வேதியியல்

மேல்நிலை - இரண்டாம் ஆண்டு

தொகுதி - I

தீண்டாமை ஒரு பாவச்செயல்
தீண்டாமை ஒரு பெருங்குற்றம்
தீண்டாமை மனிதத்தன்மையற்ற செயல்

தமிழ்நாட்டுப்
பாடநூல் கழகம்
கல்லூரிச் சாலை, சென்னை-600 006.

முதல் பதிப்பு - **2005**
இரண்டாம் பதிப்பு - **2006**
திருத்திய பதிப்பு - **2007**

குழுத் தலைவர் மற்றும் நூலாசிரியர்
டாக்டர் வ. பாலசுப்பிரமணியன்
வேதியியல் பேராசிரியர் (Retd.)
மாநிலக் கல்லூரி (தன்னாட்சி)
சென்னை - 600 005.

மேலாய்வாளர்கள்
டாக்டர் மு. கிருஷ்ணமூர்த்தி
வேதியியல் பேராசிரியர்
மாநிலக் கல்லூரி (தன்னாட்சி), சென்னை - 600 005.

டாக்டர். ரெ.இளங்கோவன்
இணை இயக்குநர்,
அனைவருக்கும் கல்வி இயக்கம்
கல்லூரிச்சாலை, சென்னை-600 006.

டாக்டர்.எம்.கந்தசாமி
பேராசியர் மற்றும் துறைத்தலைவர்
கனிம வேதியியல் துறை
சென்னை பல்கலைக்கழகம்
சென்னை - 600 025.

டாக்டர். ஜெ.சந்தான லஷ்மி
பேராசிரியர், இயற்பியல் வேதியியல் துறை
சென்னை பல்கலைக்கழகம்
சென்னை - 600 025.

டாக்டர். சார்லஸ் கிரிஸ்டோபர் கனகம்
வேதியியல் பேராசிரியர்
மாநிலக் கல்லூரி (தன்னாட்சி)
சென்னை - 600 005.

நூலாசிரியர்கள்

திரு. செ.முத்துக்குமரன்
வேதியியல் விரிவுரையாளர்
AMET, BITS (Ranchi) Ext. Centre,
கானாத்தூர் - 603 112.

திரு. வி. ஜெய்சங்கர்
வேதியியல் விரிவுரையாளர்
எல்.என். அரசுக் கலைக்கல்லூரி
பொன்னேரி- 601 204.

திருமதி. எஸ். மெர்லின் ஸ்டீபன்
முதுநிலை வேதியியல் ஆசிரியர்
CSI பெயின் மெட்ரிக் மேல்நிலைப் பள்ளி
கீழ்பாக்கம், சென்னை- 600 010.

திருமதி. என். கலாவதி
முதுநிலை வேதியியல் ஆசிரியர்
J.G.G. மேல்நிலைப் பள்ளி
விருகம்பாக்கம், சென்னை- 600 092.

திருமதி. R.C.சரஸ்வதி
முதுநிலை வேதியியல் ஆசிரியர்
அரசு பெண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
அசோக் நகர், சென்னை - 600 083.

டாக்டர். வி. நாராயணன்,
விரிவுரையாளர்,
கனிம வேதியியல் துறை
சென்னை பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 25.

டாக்டர். கே. சத்தியநாராயணன்,
முதுநிலை வேதியியல் ஆசிரியர்,
ஸ்டேன்ஸ் ஆங்கிலோ-இந்தியன்
மேனிலைப்பள்ளி, கோயம்புத்தூர்-18

விலை ரூ.

பாடங்கள் தயாரிப்பு : தமிழ்நாடு அரசுக்காக பள்ளி கல்வி இயக்ககம், தமிழ்நாடு.

இந்நூல் 60 ஜி.எஸ்.எம். தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்:

முகவுரை

அறிவியலின் ஒரு பிரிவு வேதியியல் ஆகும். பொருட்களின் பண்புகள், அமைப்புகள், இயைபுகள் மற்றும் அவை தமக்குள் நிகழ்த்தும் வினைகளைப் பற்றியும் விளக்குவதாகும். கார்பனைத் தவிர பிற எல்லா தனிமங்கள் மற்றும் அவற்றின் சேர்மங்களின் தயாரிப்பு, பண்புகள் பயன்கள் மற்றும் அவைகளுக்குள் நிகழ்த்தும் வினைகளைப்பற்றி விளக்குவது கனிம வேதியியலாகும். கரிமச்சேர்மங்கள் போன்று நூறு மடங்கு கார்பன் சேர்மங்களின் வினைகளைப் பற்றி விளக்குவது கரிம வேதியியலாகும். தொழிலியல் சேர்மங்கள் ஆகிய பிளாஸ்டிக்ஸ், ரப்பர், சாயங்கள், மருந்துகள் மற்றும் கரைப்பான்களைப் பற்றியும் கரிம வேதியியல் மேலும் விளக்குகிறது. பொருட்களின் கொதிநிலைகள் மற்றும் உருகும் நிலைகள் போன்ற பொருட்களின் இயற்பியல் பண்புகளைப் பற்றி விளக்குவது இயற்பியல் வேதியியலாகும்.

இந்நூல் மேல்நிலை இரண்டாம் ஆண்டு மாணவர்களுக்கு உரியது. கையாள்வதற்கு எளிதாக இவ்வேதியியல் நூல், இரு தொகுதிகளாக வெளியிடப்பட்டுள்ளன. தேசியக் கல்வி ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி குழுமம் (NCERT) எதிர்ப்பார்பினங்கவும் திருத்திய பாடத்திட்டத்தைப் பின்பற்றி எழுதப்பட்ட நூலாகும். வேதியியல் எல்லா பிரிவு அறிவுத் தொகுப்புகளை, “தலைகீழ் பிரமிடு” மாதிரியில் அறிவை வளர்க்கும் முறையில் எழுதப்பட்ட நூலாகும். அணு அமைப்பு - II, தனிம வரிசை அட்டவணை - II, திண்ம நிலை - II, வெப்ப இயக்கவியல் - II, வேதிச்சமநிலை - II, வேதிவினை வேகவியல் - II, மின்வேதியியல் - I மற்றும் II ஆகியவை மாணவர்கள் தொடர்ச்சியாக அறியும் பொருட்டு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, மேல்நிலை முதலாம் ஆண்டில் மாணவ, மாணவியர் பெற்ற வேதியியல் அறிவு, இத்தலைப்புகளை தொடர்ச்சியாக அறிய உதவும். +1 வகுப்பில் கற்ற வேதியியல் கருத்துக்கள் உச்சத்தை அடைய இந்நூல் உதவும். மாணவர்களின் ஆய்ந்தறியும் முறையினை வளர்ப்பதற்காக கனிம, இயற்பியல் மற்றும் கனிம வேதியியலில் அநேக கணக்கீடுகள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை மாணவர்கள் வேதியியல் கருத்துக்களை நன்கு அறிய உதவும்.

வேதியியல் முக்கியத்துவம் யாவெரும் அறிந்த ஒன்றாகும். வேதியியல் அறிவு, உயிரியல், இயற்கை முறைகள் புவி வேதியியல் கொள்கைகள், மருந்தியல் மற்றும் உயிர் வேதியியல் கருத்துக்களை நன்கு அறிய துணைபுரியும். மாணவ மாணவியர் வருங்காலத்தில் அவர்கள் எதிர்கொள்ளப் போகும் போட்டித் தேர்வுகளை சந்திக்கவும் பயன்படும்.

வேதியியல் கொள்களை நன்கு அறியும் பொருட்டு எல்லா பிரிவுகளிலும் அநேக கணக்குகள் தரப்பட்டுள்ளன. மாணவ மாணவியர் கரிம வேதியியல் வினைகளை அறிய உதவும் பொருட்டு, வினை வழிமுறைகள் தரப்பட்டுள்ளன.

நோபல் பரிசு பெற்றவர்களைப்பற்றி நிறைய தகவல்கள் தரப்பட்டுள்ளன. இத்தகவல்கள் பாடத்திட்டத்தின் பகுதி ஆகாது. மாணவர்கள் அறிவியாளரைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள உதவுவதற்காக மட்டுமே தரப்பட்டுள்ளன.

ஒவ்வொரு பாடத்தின் இறுதியிலும் தரப்பட்டுள்ள வினாக்கள் மாதிரி வினாக்களாகத்தான் கருதப்பட வேண்டும்.

தன் மதிப்பீட்டு வினாக்களில் சரியானவற்றை தேர்ந்தெடு, ஓரிரு வாக்கிய விடை வினாக்கள் மற்றும் குறுகிய விடை வினாக்கள் எல்லா பாடங்களுக்கும் தரப்பட்டுள்ளன. தேர்வை எதிர்நோக்கும் போது, தன்மதிப்பீட்டு வினாக்கள் மற்றும் கணக்கீடுகள் ஆகியவற்றை மட்டுமே கருத்தில் கொள்ளாமல் நூல் முழுமைக்கும் விடை தர ஏதுவாக மாணவர்கள் தயார் படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். கற்றலின் கோட்பாடுகள் ஒவ்வொரு பாடத்தையும் அறிய உதவும் வகையில் தரப்பட்டுள்ளன.

வேதியியல் கருத்துக்களைப்பற்றி அதிக தகவல்களை அறிந்து கொள்ளும் பொருட்டு தகுந்த மேற்கோள் நூல்களும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

டாக்டர். வ. பாலசுப்ரமணியன்
(குழுத் தலைவர்)
பாடத்திட்ட திருத்தும் குழு (வேதியியல்)
மற்றும் மேல்நிலை இரண்டாம் ஆண்டு
வேதியியல் நூல் எழுதும் குழு

12ஆம் வகுப்பு – வேதியியல் பாடத்திட்டம் தொகுதி – I

கனிம வேதியியல்

அலகு 1 - அணு அமைப்பு - II

எலக்ட்ரான்களின் – ஈரியல்பு தன்மை –டி – பிராக்ளே தொடர்பு – ஹெய்சன் பர்க்கின் நிலையில்லா கோட்பாடு – எலக்ட்ரானின் அலைப்பண்பு – ஷாடிங்கர் அலைச் சமன்பாடு – ஐகன் மதிப்புகள் மற்றும் ஐகன் இயக்கம் முக்கியத்துவம் மட்டும் – மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் முறை. ஒரு படித்தான இரட்டை அணுக்கள் மற்றும் பல படித்தான இரட்டை அணுக்களின் மூலக்கூறுகள் – உலோகப்பிணைப்பு – அணு ஆர்பிட்டால்களின் இனக்கலப்பு –மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள் வினைகளின் வகைகள்.

அலகு 2 - ஆவர்த்தன அட்டவணை - II

ஆவர்த்தன அட்டவணையை தொகுத்தல் – அணு ஆரத்தின் கணக்கீடு – அயனி ஆரம் கணக்கிடுதல் – அயனியாக்கும் ஆற்றலை நிர்ணயிக்கும் முறைகள் – அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பாதிக்கும் காரணிகள் – எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை நிர்ணயிக்கும் முறை – எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை பாதிக்கும் காரணிகள் – எலக்ட்ரான் எதிர்மின் தன்மையை அளவிடும் பல்வேறு அளவீடுகள்.

அலகு 3 - *p*- பிரிவு தனிமங்கள் - II

தொகுதி– 13 பொதுவான தன்மைகள் – பொட்டாஷ் படிகாரம் தயாரிப்பு பண்புகள் பயன்கள் – தொகுதி – 14 பொதுவான தன்மைகள் – சிலிகேட்டுகள் வகைகளும், அமைப்புகளும் – சிலிகோன்கள் – அமைப்பு மற்றும் பயன்கள் – லெட் – பிரித்தெடுத்தல் – தொகுதி 15 பொதுவான தன்மைகள் – பாஸ்பரஸ் – புறவேற்றுமை வடிவங்களும் பிரித்தெடுத்தலும், – பாஸ்பரஸின் சேர்மங்கள் – தொகுதி – 16 பொதுவான தன்மைகள் – H_2SO_4–ன் உற்பத்தி மற்றும் பண்புகளும் – தொகுதி 17. பொதுத் தன்மைகள் இயற், வேதிபண்புகள் – ஃப்ளூரினை பிரித்தெடுத்தல் மற்றும் அதன் பண்புகள் – ஹேலஜன்களுக்கிடையே சேர்மங்கள் – தொகுதி 18 மந்த வாயுக்கள் – பிரித்தெடுத்தல், பண்புகள் மற்றும் பயன்கள்.

அலகு - 4 *d* - தொகுதி தனிமங்கள்

d – தொகுதி தனிமங்களின் பொதுவான பண்புகள் – முதல் இடைநிலைத் தனிம வரிசை – குரோமியம், காப்பர், ஜிங்க பிரித்தெடுத்தலின் தத்துவம் மூலங்கள் உலோகக் கலவை – இரண்டாம் இடைநிலைத் தனிம வரிசை – சில்வர் பிரித்தெடுதத்தலின்

தத்துவம், மூலங்கள் – மூன்றாம் – இடைநிலைத்தனிம வரிசை – சேர்மங்கள் $K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4.5H_2O$,$AgNO_3$, Hg_2Cl_2, $ZnCO_3$, கோல்டு ஒளிச்சேர்மம்.

அலகு 5 - *f* - தொகுதி தனிமங்கள்

f - தொகுதி தனிமங்களின் பொதுவான பண்புகள் – லாந்தனைடு ஆக்டினைடுகளை ஒப்பிட்டு ஒப்பிடல் – லாந்தனைடு, ஆக்டினைடுகளின் பயன்கள்.

அலகு 6 - அணைவுச் சேர்மங்கள் மற்றும் உயிரியல் அணைவுச் சேர்மங்கள்

ஓர் அறிமுகம் – அணைவு வேதியியலின் கலைச் சொற்கள் – ஒற்றைகரு அணைவு சேர்மங்களுக்கு அலகு IUPAC முறை பெயரிடல் – அணைவு சேர்மங்களில் மாற்றியம் – கட்டுமான மாற்றியம் – 4 அணைவு, 6 அணைவு சேர்மங்களின் வடிவ வச மாற்றியம் – அணைவு சேர்மங்களைப் பற்றிய கொள்கைகள் – வெர்னரின் கொள்கை – இணைதிறன் பிணைப்பு கொள்கை – படிகபுல கொள்கை – அணைவு சேர்மங்களின் பயன்கள் – உயிர் – அணைவு சேர்மங்கள் ஹீமோகுளோபின் மற்றும் குளோரோஃபில்.

அலகு 7 - அணுக்கரு வேதியியல்

அணுக்கரு வேதியியல் – அணு ஆற்றல் அணுக்கரு பிளவு அணுக்கரு சேர்க்கை – "கதிரியக்க கார்பன் வரையறை" – சூரியனில் நடைபெறும் உட்கரு மாற்றம் – கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் பயன்கள்.

இயற்பியல் வேதியியல்

அலகு 8 - திண்ம நிலை II

படிகங்களின் அணுக்கட்டுமானத்தின் வகைகள் X-கதிர் படிக வடிவமைப்பு – அயனிப் படிகங்களின் வகைகள் – திண்மங்களில் அணுக்கட்டுமானத்தின் குறைபாடுகள் – படிகங்களின் பண்புகள் – படிக வடிவுள்ள கார்பன்.

அலகு 9 - வெப்ப இயக்கவியல் II

முதல் விதியைத் தொகுத்தல் –வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் அவசியம் – தன்னிச்சை மற்றும் தன்னிச்சை அற்ற வினைகள் – என்ட்ரோபி – ஜிப்ஸ் தனி ஆற்றல் – தனி ஆற்றல் மாற்றமும், வேதிச் சமநிலையும் – வெப்ப இயக்கவியலின் மூன்றாம் விதி.

அலகு 10 - வேதிச்சமநிலை II

நிறைதாக்க விதியின் பயன்பாடு – லீசேட்டிலியர்விதி.

அலகு 11 - வேதிவினை வேகவியல்

முதல் படி வினையும், போலி முதல் படி வினையும் – முதல்படி வினையை நிர்ணயிக்கும் செய்முறை – வினைபடியை நிர்ணயிக்கும் முறைகள் – வேகமானநிலையைச் சார்ந்த வெப்பநிலை – எளிய மற்றும் சிக்கலான வினைகள்.

அலகு 12 - புறப்பரப்பு வேதியியல்

புறப்பரப்பு கவர்ச்சி – வினைவேக மாற்றம் – வினைவேக மாற்றத்தின் கொள்கைகள் – கூழ்மங்கள் – கூழ்மங்களைத் தயாரித்தல் – கூழ்மங்களின் பண்புகள் – பால்மங்கள்

அலகு 13 - மின் வேதியியல் I

கடத்திகள், கடத்தாப் பொருள்கள், குறை கடத்திகள் – மின் கடத்தல் கொள்கை – வலிமிகு மின் பகுளி கொள்கை – ஃபாராடேயின் மின்னாற்பகுப்பு விதிகள் – நியம தடை, நியம கடத்துதிறன், சமான மற்றும் மோலார் கடத்துதிறன் – கடத்துதிறன் நீர்த்தன்மை பொறுத்து மாறுபடுதல் – கோல்ராஷ்விதி – தாங்கல் சரைசல்கள் – pH மதிப்புகளின் பயன்கள்.

அலகு 14 - மின் வேதியியல் II

மின்கலம் – மின்முறை மற்றும் மின்முனை அழுத்தம் – கலங்களை அமைத்தலும் அவற்றின் மின்னியக்க விசை (EMF) - அரிமாணம் மற்றும் நீக்கல் முறைகள் – பெருமளவில் வேதிப்பொருள்கள் தயாரித்தல் – எரிபொருள் கலங்கள்.

அலகு 15 - கரிம வேதியியலில் மாற்றியம்

வடிவ வச மாற்றியம் – வளைய சேர்மங்களின் வடிவமைப்புகள் – ஒளி சுழற்சித் தன்மை – கைராலிட்டி (அ) சீர்மையற்ற கொள்கை – சீர்மையற்ற மையம் உடைய சேர்மங்கள் – D-L மற்றும் R-S குறியீடுகள் – இருபதிலியீட்டு பென்சீன் சேர்மங்களின் மாற்றியங்கள்.

அலகு 16 - ஹைட்ராக்சி வழிப்பொருள்கள்

ஆல்ஹால்களைப் பெயரிடும் முறை – ஆல்ஹால்களின் வகைகள் – பண்புகள் – மூன்றுவகை ஆல்ஹால்களின் (1^o, 2^o மற்றும் 3^o) வேறுபாடுகளை அறியும் முறைகள் – டைஹைட்ரிக் ஆல்கஹால், ஆல்கஹால்கள் (கிளைக்கால்) தயாரிக்கும் முறைகள் – பண்புகள் –பயன்கள் – ட்ரை ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்கள் தயாரிக்கும் முறைகள் – பண்புகள் – பயன்கள் – அரோமேட்டிக் ஆல்கஹால்கள் – பென்சைல் ஆல்கஹால்கள் தயாரிக்கும் முறைகள் – பண்புகள் – பயன்கள் – பீனால்கள் மேனோ ஹைட்ரிக் டைஹைட்ரிக் ட்ரை ஹைட்ரிக் பீனால்களாக வகைப்படுத்துதல் – பெருமளவில் பீனால் தயாரித்தல் – பண்புகள் – வேதிப் பண்புகள்.

அலகு 17 - ஈதர்கள்

ஈதர்கள் – அலிஃபாட்டிக்ஈதர்களின் பொதுவான தயாரிப்பு முறைகள் – பண்புகள் – பயன்கள் – அரோமேடிக் ஈதர்கள் – அனிசோல் தயாரிப்பு முறை – அனிசோலின் வினைகள் – பயன்கள்.

அலகு 18 - கார்பனைல் சேர்மங்கள்

கார்பனைல் சேர்மங்களை பெயரிடும் முறை – ஆல்டிகைடுகள் மற்றும் கீடோன்களுக்கிடையே ஒப்புமை – ஆல்டிகைடுகளை தயாரிக்கும் பொதுவான முறைகள் – பண்புகள் – பயன்கள் – அரோமேடிக் ஆல்டிகைடுகள் பென்சால்டிசைடுகளின் தயாரிப்பு – பண்புகள் – பயன்கள் – கீடோன்கள் – அலிபாடிக் கீடோன்களைத் தயாரிக்கும் பொதுவான முறைகள் (அசீட்டோன்) – பண்புகள் – பயன்கள் – அரோமேடிக் கீடோன்கள் – அசிட்டோபீனோனின் தயாரிப்பு – பண்புகள் – பயன்கள் பென்சோபீனோன் தயாரிக்கும் முறை – பண்புகள் – பண்புகள்.

அலகு 19 - கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள்

பெயடும் முறை – அலிபாட்டிக் மோனோகார்பாக்சிலிக் அமிலங்களைத் தயாரித்தல் – ஃபார்மிக் அமிலம் – பண்புகள் – பயன்கள் – கார்பாசிலிக் அமிலங்களுக்கான சோதனைகள் – மோனோ ஹைட்ராக்சிமானோ கார்பாசிலிக் அமிலங்கள் – லாக்டிக் அமிலம் மூலங்கள் – லாடிக் அமிலம் தொகுத்தல் – அலிஃபேட்டிக் டை கார்பாக்சலிக் அமிலம் தொகுத்தல் ஆக்சாலிக் அமிலம், சக்சினிக் அமிலம் – பண்புகள் இயற்பியல் பண்புகள், வேதியியல் பண்புகள் – கார்பாக்சலிக் அமிலங்களின் திறன் – அரோமேட்டிக் அமிலங்கள் பென்சோயிக் அமிலம் தயாரித்தல் – பண்புகள் – பயன்கள் – சாலிசிலிக் அமிலத்தை தயாரித்தல் – பயன்கள் – கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களின் வழிப்பொருள்கள் – அமில குளோரைடுகளைத் தயாரித்தல் – அசிட்டைல் குளோரைடு (CH_3COCl) – பண்புகள் – பயன்கள் – அசிட்டமைடு தயாரித்தல் – பண்புகள் – அசிட்டிக் நீரிலி தயாரித்தல் – பண்புகள் – எஸ்டர் தயாரித்தல் – மெத்தல் அசிட்டேட் – பண்புகள்.

அலகு 20 - கரிம நைட்ரஜன் சேர்மங்கள்

அலிஃபாட்டிக் நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் – அலிஃபாட்டிக் நைட்ரோ ஆல்கேன்கள் தயாரித்தல் – பண்புகள் – பயன்கள் – அரோமேட்டிக் நைட்ரோ சேர்மங்கள் – தயாரித்தல் – பண்புகள் – பயன்கள் – அலிஃபாடிக் மற்றும் அரோமேட்டிக் நைட்ரோ சேர்மங்களுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடுகள் – அமீன்கள் – தயாரிக்கும் பொதுவான முறைகள் – பண்புகள் அலகு 1, 2 மற்றும் 3 அமீன்களை வேறுபடுத்துதல் – அரோமேட்டிக் அமீன்கள் – பென்சைலமீனைத் தொகுத்தல் – பண்புகள் – அனிலீன் தயாரித்தல் – பண்புகள் – பயன்கள் – அலிஃபாட்டிக் மற்றும் அரோமேட்டிக்

அமீன்களின் வேறுபாடுகள் – அலிஃபாட்டிக் நைட்ரைல்கள் – தயாரித்தல் – பண்புகள் –பயன்கள் – டையசோனியம் உப்புகள் – பென்சீன்டைய சோனியம் குளோரைடை தயாரித்தல் மற்றும் அவற்றின் பண்புகள்.

அலகு 21 - உயிர் மூலக்கூறுகள்

கார்போஹைட்ரேட்டுகள் – கட்டமைப்பு வருவித்தல் – இரட்டை சர்க்கரைடுகள் மற்றும் பல சர்க்கரைடுகள் – புரதங்கள் – அமினோ அமிலங்கள் – புரதங்களின் கட்டமைப்பு – நியூக்ளிக் அமிலங்கள் – கொழுப்புகள்.

அலகு 22 - நடைமுறை வேதியியல்

மருத்துவ வேதியியல் – முறையற்ற மருந்து பயன்பாடு – சாயங்கள் வகைகளும் , பயன்களும் – ஒப்பனைப் பொருட்கள், கீரீம்கள், வாசனைப் பொருட்கள், முகப்பவுடர் மற்றும் துர்நாற்றம் நீக்கிகள் – உணவிலுள்ள வேதிப்பொருட்கள் – உணவுப் பாதுகாக்கிகள் செயற்கை இனிப்பூட்டிகள், அக்ஸிஜனேற்றம் நீக்கிகள் மற்றும் உண்ணத் தகுந்த நிறமிகள் – பூச்சி விரட்டிகள், பிரமோன்கள், இனக்கவர்ச்சிகள் – ராக்கெட் எரிப்பொருள்கள்.

12 ஆம் வகுப்பிற்குரிய செய்முறை வேதியில்

1. கரிம சேர்மத்தில் காணும் நைட்ரஜன், ஹாலஜன் மற்றும் சல்பர் ஆகியவற்றை கண்டறியும் சோதனை.

2. கரிமச் சேர்மத்தில் காணும் வினைச்செயல் தொகுதிகளை கண்டறிதல்

அ. நிறைவுற்ற மற்றும் நிறைவுறா தன்மை

ஆ. அரோமடிக் மற்றும் அலிபாட்டிக் தன்மை

இ. ஆல்டிஹைடுகள், கார்பாசிலிக் அமிலங்கள், டை அமைடுகள், பீனாலிக் தொகுதி (ஏதேனும் ஒரு வினைச்செயல் தொகுதியைக் கண்டறிதல்)

3. பண்பறி பகுப்பாய்வு

கலவையில் இரு நேர் அயனிகள் மற்றும் இரு எதிர் அயனிகளைக் கண்டறிதல்.

நேர் அயனிகள் : Pb^{++}, Cu^{2+}, Al^{3+}, Fe^{3+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Ca^{2+}, Ba^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+

எதிர் அயனிகள் : போரேட், சல்பைடு, சல்பேட், கார்பனேட், நைட்ரேட், குளோரைடு, புரோமைடு, ஆக்ஸலேட்

(நேரில் கரையாத மற்றும் குறுக்கிடும் அயனிகளை தவிர்க்கப்படல் வேண்டும். ஒரே தோகுதியில் இரு வேறு அயனிகள் இருப்பது தவிர்க்க வேண்டும்) (Cl மற்றும் Br) மற்றும் (கார்பனேட் + ஆக்சலேட்) சேர்ப்பு தவிர்க்கப்படவேண்டும்.

4. பருமனறிவு பகுப்பாய்வு

அ. பெர்மாங்கனோமெட்ரி

1. ஆக்ஸாலிக் அமிலம் x $KMnO_4$ தரம் பார்த்தல்
2. பெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட் Vs $KMnO_4$ தரம் பார்த்தல்

ஆ. டைகுரோமெட்ரி

1. $K_2Cr_2O_7$ கரைசலை நியம செறிவு கண்டறிதல்
2. $K_2Cr_2O_7$ ஆக்சிஜனேற்றியோடு ஏதேனும் ஒரு பருமனறி பகுப்பாய்வு

தேர்வில் முடிவு, இரு அமில உறுப்புகள் மற்றும் இரு கார உறுப்புகள், உப்பின் பெயர் சொல்லாதவாறு பதில் கொடுக்க வேண்டும்.

ஒவ்வொரு உறுப்பிற்கும் ஒரு உறுதிச் சோதனை ஆய்வாளர்களுக்கு காண்பிக்க வேண்டும்.

பொருளடக்கம்

தனிம வரிசை அட்டவணை

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
									1 H 1.0079									2 He 4.003
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95.
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.68	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pdt 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	La- Lu	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Ti 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	Ac- Lr	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo

S block | d block | p block

Lanthanides	57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
Actinides	89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

f block

கனிம வேதியியல்

1869ல் ருஷ்ய அறிவியலார் டிமிரிட்வ் மெண்டலிவ் (Dmitry Mendeleyev) தனிம அட்டவணையை ஏற்படுத்தினார். ஆனால் நியூலாண்ட் இவருக்கு முன்னரே 1863 ஆம் ஆண்டில் தனிம வரிசை அட்டவணையின் அடிப்படை கொள்கையினை ஏற்படுத்தினார். மெண்டலிவ் தனிம வரிசை அட்டவணையை அணு நிறையை பொருத்து தனிமங்களின் தனிம வரிசை அட்டவணையை தருவித்தார். இவ்வாறு ஏற்படுத்திய அட்டவணையில் ஒத்த பண்புடைய தனிமங்கள் திரும்ப திரும்ப குறிப்பிட்ட பகுதியில் வந்து அமைந்தன.

1. அணு அமைப்பு - II

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *எலக்ட்ரானின் ஈரியல்பு பண்பை அறிதல் மற்றும் அப்பண்பை நிரூபிக்கும் பரிசோதனைகளை புரிந்து கொள்ளுதல்.*
- *டி-பிரக்ளே தொடர்பை வருவித்து அதன் முக்கியத்துவத்தை அறிதல்.*
- *ஹெய்சன்பர்க்கின் நிலையில்லா கோட்பாட்டை கற்றல்.*
- *மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் தேற்றத்தை கற்றல். ஒருபடித்தான மற்றும் பலபடித்தான இரட்டை அணு மூலக்கூறுகளுக்கு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் தேற்றத்தின் பயன்பாடுகளை அறிதல்.*
- *இனக்கலப்பு, s, p மற்றும் d ஆர்பிட்டால்களின் இனக்கலப்பை புரிந்து கொள்ளல்.*

அணு அமைப்புப் பற்றிய கண்டுபிடிப்பு வருட வரிசை

1. டால்டன் (1808) : அணுவை கண்டுபிடித்தல்
2. ஜீலியல் பிளக்கர் (1859) : கேதோடு கதிர்களை முதலில் கண்டுபிடித்தவர்
3. கோல்ட்ஸ்டீன் (1886) : ஆனோடு கதிர்கள் மற்றும் புரோட்டானை கண்டுபிடித்தவர்
4. சர்.ஜே.ஜே.தாம்சன்(1897): எலக்ட்ரானை கண்டுபிடித்தல் மற்றும் எலக்ட்ரானுக்கான மின்சுமை/நிறை (e/m) பின்னத்தை நிர்ணயித்தல்.
5. ரூதர்போர்டு (1891) : அணுக்கருவை கண்டுபிடித்து அணு மாதிரியை தோற்றுவித்தல்
6. மாக்ஸ் பிளாங்க் (1901) : கதிர்வீச்சு பற்றிய குவாண்டம் கொள்கையைத் தோற்றுவித்தல்
7. ராபர்ட் முலிக்கன் (1909): எலக்ட்ரானின் மின்சுமையை நிர்ணயித்தல்
8. H.G.J. மோஸ்லி (1913) : அணு எண்ணை நிர்ணயித்தல்
9. நீல்ஸ் போர் (1913) : அணுவிற்கான புதிய மாதிரியை தோற்றுவித்தல்
10. கிளார்க் மாக்ஸ்வெல் (1921):மின்காந்த அலைக்கொள்கையைத் தோற்றுவித்தல்
11. டி-பிராக்ளே (1923) : துகள்களுக்கான அலைப் பண்பை தோற்றுவித்தல்
12. பாலி (1927) : நியூட்ரினோவை கண்டுபிடித்தல்
13. வெர்னர் ஹெய்சன்பர்க் (1927): நிலையில்லா கோட்பாடு
14. ஜேம்ஸ் சாட்விக் (1932) : நியூட்ரானை கண்டுபிடித்தல்
15. ஆண்டர்சன் (1932) : பாசிட்ரானை கண்டுபிடித்தல்
16. பெர்மி (1934) : எதிர் (Anti) நியூட்ரினோவை கண்டுபிடித்தல்
17. ஹைடெகி யுகாவா(1935): மீசான்களை கண்டுபிடித்தல்
18. செக்ரி (1955) : எதிர் (Anti) புரோட்டானை கண்டுபிடித்தல்
19. கார்க் மற்றும் அவரது குழு (1956): எதிர் (Anti) நியூட்ரானை கண்டுபிடித்தல்

அணு மாதிரிகளின் வளர்ச்சி

- 1803 ஆம் ஆண்டு ஜான் டால்டன் தம் அணுக்கொள்கையை பரிந்துரைத்தார். அணுக்கள் என்பவை சிதைக்க இயலா சிறுகோளங்கள் என்று அறிவித்தார்.
- ஜே.ஜே.தாம்ஸன் என்பார் “அணுக்கள் என்பவை நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற திட கோளமும், அக்கோளத்தைச் சுற்றிலும் பொருந்தியுள்ள எதிர்மின்னூட்டம் பெற்ற எலக்ட்ரான்களும் (கொய்யாபழத்தில் விதைகள் உள்ளவாறு) சேர்ந்தவையாகும்” என்றார். பிற்காலத்தில் இக்கொள்கை தவறானது என நிரூபிக்கப்பட்டது.
- ருத்தர் போர்டு என்பார் கோள்கள் போன்ற மாதிரியை பரிந்துரைத்தார்; ஆனால் அக்கொள்கை நிராகரிக்கப்பட்டது.
- 1913-இல் நீல்ஸ் போர் என்பவர் “அணுவின் மையத்தில் திடமான உட்கரு உள்ளது. அதைச்சுற்றி பல்வேறு கோளப்பாதைகளில் எலக்ட்ரான்கள் சுற்றி வருகின்றன” என்றுரைத்தார். ஹைட்ரஜன் அணுவின் நிறநிரல் மாலையைக் கொண்டு அணுக்களில் பல்வேறு ஆற்றல் மட்டங்களை அறிமுகப்படுத்தினார்.
- 1916 ஆம் ஆண்டு சோமர்பீல்டு என்பவர் போரின் கொள்கையை சற்று மாற்றியமைத்து எலக்ட்ரான் கோளப்பாதைகளை நீள்வட்டப்பாதைகளாக உருவாக்கினார். போரின் ஒவ்வொரு முதன்மை கோளப்பாதைக்கும் பல துணைக் கோளப்பாதைகளை சோமர்பீல்டு வரையறுத்தார்.
- குவாண்டம் எண் கோட்பாட்டின் படி ஆர்பிட்டால்கள் அவற்றின் அளவு, அமைப்பு மற்றும் புறவெளி திசை நோக்கு பண்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் முதன்மை, அஜிமுத்தால், காந்த மற்றும் சுழற்சி குவாண்டம் எண்கள் என்று வகைப்படுத்தப்பட்டன.
- குவாண்டம் எண்களின் அடிப்படையில் பல்வேறு கோளப்பாதைகளையும் எலக்ட்ரான்களால் நிரப்ப பல கொள்கைகள் முன் மொழியப்பட்டன. அவைகள்:
    - ஆவ்பா கொள்கை
    - பாலியின் விலக்குக் கொள்கை
    - ஹுண்ட் விதி
- 1921 இல் போர் மற்றும் பர்ரி ஆகியோர் ஓர் அணுவில் எலக்ட்ரான்களின் அடுத்தத்திற்கான திட்டத்தை அறிவித்தனர். மேலும் எலக்ட்ரானின் தன்மையும் கண்டறியப்பட்டது.

1.1 எலக்ட்ரானின் ஈரியல்புத் தன்மை

ஒளியின் பண்புகளான குறுக்கீட்டு விளைவு, விளிம்பு விளைவு போன்ற பண்புகள் அதன் அலைத்தன்மையை விளக்குகின்றன. கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு மற்றும் ஒளிமின் விளைவு ஆகியவை ஒளிக்கற்றையில் போட்டான்கள் இருப்பதை விளக்குவதால் ஒளியானது துகள் தன்மையை பெற்றுள்ளது எனலாம். எனவே, ஒளியானது ஈரியல்புத்தன்மையை பெற்றுள்ளது. ஒளியைப் பற்றிய இத்தகைய ஆய்வுகளை 1905-ஆம் ஆண்டு ஐன்ஸ்டீன் மேற்கொண்டார்.

லூயிஸ் டி பிராக்ளே என்னும் பிரெஞ்சு இயற்பியல் வல்லுனர் 1924-ஆம் ஆண்டு இக்கொள்கையை விரிவுபடுத்தினார். அதன்படி எலக்ட்ரான், புரோட்டான், அணு, மூலக்கூறு, சாக்கு துண்டு, சிறிய கல் மற்றும் இரும்பு பந்து போன்ற அனைத்து பொருண்மை கொண்ட பொருள்களும் போட்டான்களைப் போன்று அலை மற்றும் துகள் தன்மையை பெற்றுள்ளன. துகளுடன் பொருந்திய அலையானது பருப்பொருள் அலை என்றழைக்கப்படுகிறது.

1.1.1 துகள் மற்றும் அலை ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேற்றுமைகள்

துகள் மற்றும் அலை ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேற்றுமைகளை பின்வரும் கூற்றுகளிலிருந்து அறியலாம்.

துகள்		அலை	
1.	துகளானது அண்டத்தில் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. (எ.கா) மணல் குவிந்துள்ள பகுதி, கிரிக்கெட் பந்து போன்றவை.	1.	அலையானது அனைத்து இடங்களிலும் பரவி காணப்படுகிறது. உதாரணமாக குளத்தில் உள்ள நீரில் சிறிய கல்லினை எறியும்போது தோன்றும் வளையங்கள். இதேபோல், ஒலிப்பெருக்கியிலிருந்து வெளியேறும் ஒலி அனைவருக்கும் கேட்டல். எனவே, அலையானதுஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தைப் பெற்றிருப்பதில்லை.
2.	ஒரு துகள் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தை ஆக்கிரமித்திருக்கும் போது மற்றொரு துகள் அந்த இடத்தை ஆக்கிரமிப்பதில்லை.	2.	இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அலைகள் ஒரே இடத்தை ஆக்கிரமிக்கும்.
3.	ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் உள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கையானது அவற்றின் கூடுதலுக்கு சமமாக இருக்கும். அதாவது கூடுதலாகவோ அல்லது குறைவாகவோ இருக்காது.	3.	ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் உள்ள அலைகளின் எண்ணிக்கையானது அவற்றின் குறுக்கீட்டுப் பண்பின் காரணமாக மொத்த எண்ணிக்கையைவிட கூடுதலாகவோ அல்லது குறைவாகவோ இருக்கும்.

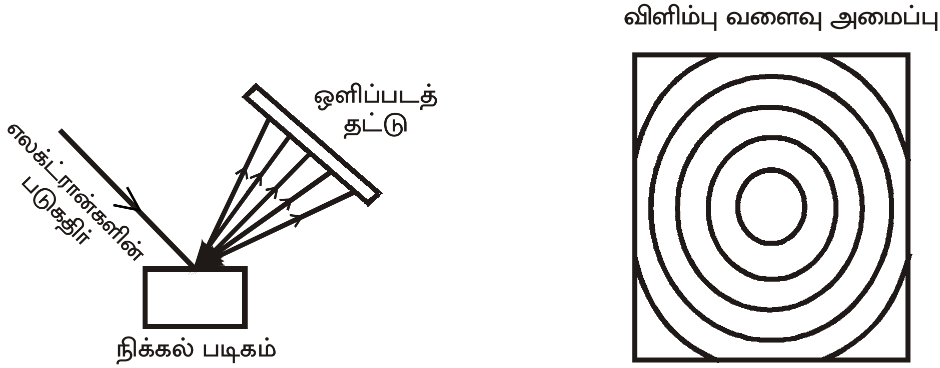
1.1.2 எலக்ட்ரான்களின் துகள் மற்றும் அலைத்தன்மையை நிரூபிப்பதற்கான சோதனைகள்

a) அலைத்தன்மையை சரிபார்த்தல்

i) டேவிசன் மற்றும் ஜெர்மரின் சோதனை

1927-ம் ஆண்டு டேவிசன் மற்றும் ஜெர்மர் ஆகியோர் பின்வரும் சோதனையை மேற்கொண்டனர். வெப்பப்படுத்தப்பட்ட டங்க்ஸ்டன் மின்னிழையிலிருந்து வெளிப்படும் எலக்ட்ரான் கற்றையை உயர்நேர்மின்னழுத்தத்தில் செலுத்தும்போது முடுக்கம் பெறுகின்றன. இத்தகைய முடுக்கம் பெற்ற எலக்ட்ரான் கற்றையை பெரிய ஒற்றை நிக்கல் படிகத்தின் மீது விழச் செய்யும்போது, எலக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு திசைகளில் சிதறடிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பெறப்படும் விளிம்பு வளைவு X-கதிர்கள்

மூலம் பெறப்பட்ட விளிம்பு வளைவு அமைப்பைப் போல் உள்ளது (படம் 1.1).

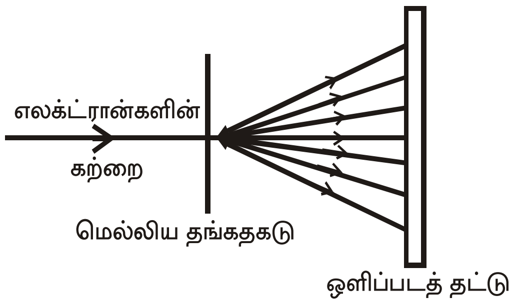


படம் 1.1 டேவிசன் மற்றும் ஜெர்மரின் எலக்ட்ரான் விளிம்பு வளைவு சோதனை

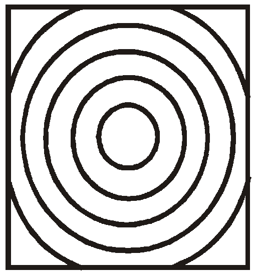
X-கதிர்கள் அலைப்பண்பை பெற்றிருப்பதால், எலக்ட்ரான்களும் அலைப் பண்பை பெற்றுள்ளன. மேலும், விளிம்பு வளைவு சோதனை மூலம் அளவிடப்பட்ட எலக்ட்ரானின் அலைநீள மதிப்பானது டி-பிராக்ளே சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடப்பட்ட அலைநீள மதிப்புடன் ஒன்றாக உள்ளது. மேற்கூறிய கூற்றுகளிலிருந்து, எலக்ட்ரான் ஆனது துகள் தன்மை மற்றும் அலைத்தன்மையை பெற்றிருப்பது நிரூபணமாகிறது. அதாவது ஈரியல்புத் தன்மையை பெற்றுள்ளது எனலாம்.

ii) தாம்சனின் சோதனை

1928-ஆம் ஆண்டு G.P. தாம்சன் என்பவர் நிக்கல் படிகத்திற்கு பதிலாக மெல்லிய தங்கதகட்டினை எடுத்துக்கொண்டு சோதனையை நிகழ்த்தினார். எலக்ட்ரான் கற்றையை மெல்லிய தங்கதகட்டின் மீது செலுத்தியபிறகு வெளிவரும் பாதைக்கு செங்குத்தாக ஒளிப்பட தட்டினை வைக்கும்போது விளிம்பு வளைவு அமைப்பு முன்னர்போல் உருவானது (படம் 1.2) இதன் மூலம் எலக்ட்ரான்கள் அலைத்தன்மை பெற்றுள்ளது மேலும் உறுதியாகிறது.



விளிப்பு வளைவு அமைப்பு



படம் 1.2 மெல்லியத் தங்கத்தகட்டில் நிகழும் எலக்ட்ரான் விளிம்பு வளைவு (**G.P.** தாம்சன் சோதனை)

b) துகள் தன்மையை சரிபார்த்தல்

எலக்ட்ரானின் துகள் தன்மையானது கீழ்க்கண்ட சோதனைகளின் மூலம் நிரூபணமாகிறது.

i) சிங்க் சல்பைடு திரையின் மீது எலக்ட்ரான் விழும் போது ஒளிப்புள்ளியாக ஒளிர்தல் நிகழ்கிறது. சிங்க் சல்பைடு திரையில் நிகழும் இந்த ஒளிர்தலானது குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள்ளே நிகழ்கிறது. திரை முழுவதும் பரவுவதில்லை. துகள்களால் மட்டுமே இத்தகைய ஒளிர்தலை நிகழ்த்த இயலும். எனவே, எலக்ட்ரான் துகள் தன்மை உடையதாகும்.

ii) தாம்சனின் மின்சுமை / நிறையை கண்டறியும் (e/m) ஆய்வு மற்றும் எலக்ட்ரானின் மின்சுமையை கண்டறியும் முலிக்கன் எண்ணெய் துளி ஆய்வு ஆகிய சோதனைகள் எலக்ட்ரான் துகள் தன்மை பெற்றுள்ளதை நிரூபிக்கின்றன.

iii) கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு மற்றும் ஒளிமின்விளைவு ஆகிய பண்புகளும் கதிர்வீச்சின் துகள் தன்மையை நிரூபிக்கின்றன.

1.2 டி-பிராக்ளே தொடர்பு

அலைத்தன்மையை பெற்றுள்ள எந்தவொரு துகளுக்கும் அலைநீளமானது அத்துகளை போட்டானுடன் ஒற்றுமைப்படுத்தி பின்வருமாறு தருவிக்கப்படுகிறது.

ஒரு போட்டான் அலைப்பண்பை பெற்றுள்ளது என்று கருதும்போது அதன் ஆற்றல்

$$E = h\nu \text{ (பிளாங்க் குவாண்டம் கொள்கையின் படி)} \qquad ...(i)$$

ν என்பது அலையின் அதிர்வெண் மற்றும் h என்பது பிளாங்க் மாறிலியாகும்.

போட்டான் துகள் தன்மையை பெற்றுள்ளது என்று கருதினால், அதன் ஆற்றல்

$$E = mc^2 \text{ (ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாட்டின் படி)} \qquad ...(ii)$$

m என்பது போட்டானின் நிறை மற்றும் c என்பது ஒளியின் திசைவேகம்.

சமன்பாடுகள் (i) மற்றும் (ii) - லிருந்து

$$h\nu = mc^2$$
$$\nu = c / \lambda \text{ எனில்}$$
$$\therefore \quad h \cdot c / \lambda = mc^2$$
$$\lambda = h / mc$$

இச்சமன்பாடு எந்தவொரு துகளுக்கும் பொருந்தக்கூடியதாகும். எனவே, போட்டானின் நிறைக்கு பதிலாக துகளின் நிறையும், போட்டானின் திசைவேகம் "c" க்கு பதிலாக துகளின் திசைவேகம் v -யும் பொருத்தப்படுகிறது. எனவே, எலக்ட்ரான் போன்ற எந்தவொரு துகளுக்கும் பொருந்தக்கூடிய சமன்பாடு

$$\boxed{\lambda = h / mv \text{ அல்லது } \lambda = h / p}$$

$mv = p$ என்பது துகளின் உந்தமாகும்.

இச்சமன்பாடு டி-பிராக்ளே தொடர்பு எனவும், λ என்பது டி-பிராக்ளே அலைநீளம் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

டி பிராக்ளே சமன்பாடு பொருண்மையின் துகள் தன்மையை அலைத்தன்மையுடன் தொடர்புபடுத்துகிறது.

லூயிஸ் டிபிராக்ளேயின் பருப்பொருளின் ஈரியல்புத் தன்மையை பற்றிய ஆய்வானது எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் கட்டமைப்பிற்கும், எலக்ட்ரான் விளிம்பு வளைவின் மூலம் திண்மங்களின் பரப்பின் அமைப்பைப் பற்றி அறிவதற்கும் உதவுகிறது. டி பிராக்ளே ஆய்வானது எலக்ட்ரான்களுக்கு மட்டுமில்லாமல் நியூட்ரான்கள் புரோட்டான்கள், அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் போன்ற சிறிய துகள்களுக்கும் பொருந்தக்கூடியதாகும்.

டி-பிராக்ளே அலைகளின் முக்கியத்துவம்

சாதாரண அளவில் உள்ள பொருள்களின் அலைத்தன்மை எத்தகைய முக்கியத்துவத்தையும் பெறவில்லை. ஏனெனில், அவற்றின் அலைகளோடு தொடர்புடைய அலைநீளங்கள் மிகவும் சிறியதாக உள்ளதால் கண்டறிவது மிகவும் கடினமாகும். இவற்றை கீழ்க்கண்ட சான்றுகளின் மூலம் அறியலாம்.

i) 9.1×10^{-31} kg நிறையுடைய ஒரு எலக்ட்ரான் 10^{7} ms^{-1} என்ற திசைவேகத்துடன் நகருகிறது எனக் கருதுவோம். அதன் டி-பிராக்ளே அலைநீளம்.

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2\text{s}^{-1}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 10^{7} \text{ ms}^{-1}} = 0.727 \times 10^{-10}\text{m} = 7.27 \times 10^{-11}\text{m}$$

λ -ன் மதிப்பானது X-கதிர்களின் அலைநீளத்தை நிர்ணயிக்கும் முறைபோல அளவிடப்படுகிறது.

ii) 10^{-2} kg நிறைகொண்ட பந்து ஒன்று 10^{2} ms^{-1} என்ற திசைவேகத்துடன் நகருவதாகக் கருவோம். இதன் டி-பிராக்ளே அலைநீளம்

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2\text{s}^{-1}}{10^{-2} \text{ kg} \times 10^{2} \text{ ms}^{-1}} = 6.62 \times 10^{-34}\text{m}$$

இந்த அலைநீள மதிப்பு அளவிடுவதற்கு மிகவும் குறைவாக இருப்பதால், டி-பிராக்ளே தொடர்பு பெரிய பொருளுக்கு முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருக்காது.

எனவே, டி-பிராக்ளே தொடர்பானது மிக நுண்ணிய அளவுள்ள பொருள்களான அணுக்கள், மூலக்கூறுக்கள் மற்றும் அணுக்கரு துகள்கள் ஆகியவற்றிற்கு மட்டுமே பொருந்தக்கூடியதாகும்.

கணக்கு 1

ஓர் அணுக்கரு துகளின் இயக்க ஆற்றல் 5.85×10^{-25}J எனில் துகள் அலையின் அதிர்வெண்ணை கணக்கிடு. (பிளாங்க் மாறிலி, $h=6.626\times10^{-34}$ Js)

தீர்வு

இயக்க ஆற்றல் $= \frac{1}{2} mv^2 = 5.85 \times 10^{-25}$J

டி-பிராக்ளே தொடர்பின்படி, $\lambda = \dfrac{h}{mv}$

$$\lambda = \frac{v}{\upsilon} \text{ எனில்}$$

$$\therefore \quad \frac{v}{\nu} = \frac{h}{mv}$$

$$\nu = \frac{mv^2}{h} = \frac{2 \times 5.85 \times 10^{-25}\,J}{6.626 \times 10^{-34}\,JS}$$

அதிர்வெண், $\nu = 1.77 \times 10^9\ s^{-1}$

கணக்கு 2

ஓர் எலக்ட்ரானை 1 kV மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் முடுக்கம் செய்யும்போது டி-பிராக்ளே அலைநீளத்தை கணக்கிடு.

தீர்வு

1 kV (1000 வோல்ட்) மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் முடுக்கம் பெற்றபிறகு எலக்ட்ரானின் ஆற்றல்

$= 1000$ eV

$= 1000 \times 1.609 \times 10^{-19}$ J, $(1\ eV = 1.609 \times 10^{-19}\ J)$

$= 1.609 \times 10^{-16}$ J

[ஆற்றல் (ஜூல்) = எலக்ட்ரானின் மின்சுமை (கூலூம்) $\times$ மின்னழுத்த வேறுபாடு (வோல்ட்)]

இயக்க ஆற்றல்

$$\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = 1.609\times10^{-16}\,J$$

$$\frac{1}{2}\times9.1\times10^{-31}\,v^2 = 1.609\times10^{-16}\,J$$

$$v^2 = 3.536\times10^{14}$$

$$v = 1.88\times10^{7}\,ms^{-1}$$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times1.88\times10^{7}}$$

$$= 3.87\times10^{-11}\,m$$

கணக்கு 3

ஓர் எலக்ட்ரான் $10^3 m\,sec^{-1}$ என்ற திசைவேகத்துடன் நகரும் போது அதன் அலைநீளத்தை கணக்கிடு. (நிறை 9.1×10^{-31} kg மற்றும் $h = 6.626\times10^{-34}\,kg\,m^2\,s^{-1}$).

தீர்வு

$$m = 9.1\times10^{-31}\,kg$$

$$v = 10^3\,m\,sec^{-1}$$

$$h = 6.626\times10^{-34}\,kg\,m^2\,sec^{-1}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626\times10^{-34}}{(9.1\times10^{-31})\times10^{3}}$$

$$= 7.25\times10^{-7}\,m$$

கணக்கு 4

ஒரு நகரும் எலக்ட்ரான் 4.55×10^{-25} J இயக்க ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது எனில் அதன் அலைநீளத்தைக் கணக்கிடு. (நிறை= 9.11×10^{-31} kg மற்றும் $h = 6.626\times10^{-34}\,kg\,m^2\,s^{-1}$).

தீர்வு

இயக்க ஆற்றல், $\frac{1}{2}\,mv^2 = 4.55 \times 10^{-25}\,J$

$m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

$h = 6.626 \times 10^{-34}$ kg m^2 s^{-1}

$$\therefore \quad \frac{1}{2} \times (9.1 \times 10^{-31}) v^2 = 4.55 \times 10^{-25}$$

$$v^2 = \frac{4.55 \times 10^{-25} \times 2}{9.1 \times 10^{-31}} = 10^6$$

$$v = 10^3\,m\ sec^{-1}$$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{(9.1 \times 10^{-31}) \times 10^3}$$

$$= 7.25 \times 10^{-7}\ m.$$

கணக்கு 5

ஒரு நகரும் எலக்ட்ரானின் அலைநீளம் 4.8 pm. எனில், அதன் இயக்க ஆற்றலைக் கணக்கிடு. [எலக்ட்ரான் நிறை = 9.11×10^{-31} kg, h = 6.626×10^{-34} Kg m^2 s^{-1}].

தீர்வு

டி–பிராக்ளே சமன்பாட்டின்படி, $\lambda = \frac{h}{mv}$

$$v = \frac{h}{m\lambda}$$

$$\therefore \quad v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34}\,kg\,m^2\,s^{-1}}{9.11 \times 10^{-31}\,kg \times 4.8 \times 10^{-12}\,m} = 1.516 \times 10^8\,ms^{-1}$$

இயக்க ஆற்றல் $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 9.11 \times 10^{-31}\,kg \times (1.516 \times 10^8\,ms^{-1})^2$

$= 10.47 \times 10^{-15}$ kg m^2 s^{-2} = $\mathbf{1.047 \times 10^{-14}\ J}$

கணக்கு 6

A மற்றும் B ஆகிய இருதுகள்களும் இயக்கத்தில் உள்ளன. துகள் A-ன் அலைநீளம் 5×10^{-8}m. B-ன் உந்தம் A-ல் பாதியாக உள்ளபோது அதன் அலைநீளத்தைக் கணக்கிடு.

தீர்வு

டி-பிராக்ளே தொடர்பின்படி,

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \text{அல்லது} \quad p = \frac{h}{\lambda}$$

துகள் A க்கு, $p_A = \frac{h}{\lambda_A}$

துகள் B க்கு $p_B = \frac{h}{\lambda_B}$

$$p_B = \frac{1}{2} p_A \text{ எனில்}$$

$$\therefore \quad \frac{h}{\lambda_B} = \frac{1}{2}\frac{h}{\lambda_A}$$

$$\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2} \qquad \lambda_B = 2\lambda_A$$

$\lambda_A = 5 \times 10^{-8}$ m எனில்

$\lambda_B = 2\lambda_A = 2 \times 5 \times 10^{-8}$ m $= 10 \times 10^{-8}$ m $=$ **10^{-7} m.**

பயிற்சி கணக்குகள்

1. ஒரு துகளின் டி-பிராக்ளே அலைநீளம் 1A° எனில் அதன் உந்தத்தை கணக்கிடு. [$h = 6.626 \times 10^{-34}$ kg m^2 s^{-1}]

[விடை : 6.63×10^{-24} kg ms^{-1}]

2. 5890 Å அலைநீளம் கொண்ட சோடியம் ஒளி போட்டானின் நிறையை கணக்கிடு.? [$h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js]

[விடை : 3.75×10^{-36} kg]

3. 1000 கிகி எடை கொண்ட ராக்கெட்டானது 300 கி.மீ/மணி திசைவேகத்தில் செல்லும் போது அதன் அலைநீளத்தை கணக்கிடு.

[விடை: 7.92×10^{-39} m]

4. ஓர் எலக்ட்ரான் கற்றையின் டிபிராக்ளே அலைநீளம் 100Å எனில் அதன் திசைவேகத்தை கணக்கிடு.

[விடை : 7.25×10^{4} ms^{-1}]

5. 0.1 மிகி நிறைகொண்ட நகரும் பொருள் ஒன்றின் அலைநீளம் 3.31×10^{-29}மீ எனில் அதன் இயக்க ஆற்றலை கணக்கிடு. ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js).

[விடை : 2×10^{-3} J]

6. 6.62×10^{-27} கிகி நிறைகொண்ட துகள் ஒன்றின் இயக்க ஆற்றல் 7.425×10^{-13} J எனில் அதன் அலைநீளத்தைக் கணக்கிடு ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ kg m^2 sec^{-1}).

[விடை : 6.657×10^{-15} m]

7. ஓர் எலக்ட்ரானை 10 MeV முடுக்கம் செய்யும்போது அதன் அலைநீளத்தைக் கணக்கிடு (1 MeV = 10^6eV).

[விடை : 0.39 pm]

8. ஓர் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறு 660 மீ விநாடி$^{-1}$ என்ற திசைவேகத்தில் செல்லும்போது அதன் அலைநீளத்தை கணக்கிடு ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ kg m^2 s^{-1}).

[விடை : 18.8 pm]

9. ஒரு நகரும் எலக்ட்ரான் 4.9×10^{-25} J இயக்க ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது. அதன் டி-பிராக்ளே அலைநீளத்தைக் கணக்கிடு ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js; $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg).

[விடை : 7×10^{-7} m]

1.3 நிலையில்லா கோட்பாடு

நடைமுறை வாழ்க்கையில் நாம் பயன்படுத்தும் பொருள்களின் நிலை மற்றும் திசைவேகம் ஆகியவற்றை குறிப்பிட்ட நேரத்தில் துல்லியமாக அளவிட முடியும். எனவே, அப்பொருள்கள் செல்லும் பாதையை நிர்ணயிக்க

முடிகிறது. 1927-ம் ஆண்டு வெர்னர் ஹெய்சன்பர்க் என்பவர் ஒரே நேரத்தில் துல்லியமாக எலக்ட்ரான் போன்ற நுண் துகள்களின் நிலை மற்றும் திசைவேகம் (அல்லது உந்தம்) ஆகியவற்றை அளவிட முடியாது என்று கண்டறிந்தார். எனவே, எலக்ட்ரான் செல்லும் பாதையை நிர்ணயிக்க இயலாது. இக்கோட்பாடானது பருப்பொருள் மற்றும் கதிர்வீச்சின் ஈரியல்பு தன்மையின் விளைவேயாகும். இக்கோட்பாட்டின்படி, "ஒரே நேரத்தில் மிகவும் துல்லியமாக நுண் துகளின் நிலை மற்றும் திசைவேகம் (அல்லது உந்தம்) ஆகியவற்றை அளவிட முடியாது."

கணிதவியல் முறைப்படி நிலையில்லா கோட்பாடு பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\Delta x.\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

Δx என்பது துகளின் நிலையில் உள்ள நிலையில்லாத்தன்மை

Δp என்பது துகளின் உந்தத்தில் உள்ள நிலையில்லாத்தன்மை

அதாவது $\geq$ என்ற குறியானது Δx மற்றும் Δp -ன் பெருக்குத் தொகையானது $h/4\pi$-க்கு அதிகமாகவோ அல்லது சமமாகவோ உள்ளதை குறிக்கிறது. ஆனால், எப்பொழுதும் $h/4\pi$-ஐ விட குறைவாக இருக்காது.

கணக்கு 1

3000kg எடை கொண்ட ஊர்தியின் நிலையில் உள்ள நிலையில்லாத் தன்மை ± 10pm எனில் அதன் திசைவேகத்தில் உள்ள நிலையில்லாத் தன்மையை கணக்கிடு ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ Kg m^2 s^{-1}).

தீர்வு :

$m = 3000$ kg

$\Delta x = 10$ pm $= 10 \times 10^{-12}$ m $= 10^{-11}$ m

நிலையில்லா கோட்பாட்டின் படி,

$$\Delta v = \frac{h}{4\pi \times m \times \Delta x}$$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}}{4 \times \frac{22}{7} \times 3000 \times 10^{-11}}$$

$$= \mathbf{1.76 \times 10^{-27} ms^{-1}}$$

கணக்கு 2

ஓர் எலக்ட்ரானின் திசைவேகத்தில் உள்ள நிலையில்லாத் தன்மை 5.7×10^5 m/sec எனில், அதன் நிலையில் உள்ள நிலையில்லாத்தன்மையைக் கணக்கிடு ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ kg m^2 s^{-1}, நிறை, $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg).

தீர்வு:

$$\Delta v = 5.7 \times 10^{5}\ ms^{-1}$$
$$m = 9.1 \times 10^{-31}\ kg$$
$$h = 6.626 \times 10^{-34}\ kg\ m^2\ s^{-1}$$

இம்மதிப்புக்களை நிலையில்லா கோட்பாட்டின் சமன்பாட்டில் பொருத்த

$$\Delta x \times (m \times \Delta v) = \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta x = \frac{h}{4\pi \times m \times \Delta v}$$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}}{4 \times \frac{22}{7} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 5.7 \times 10^{5}}$$

$$= 1.0 \times 10^{-10}\ m$$

எனவே, நிலையில் உள்ள நிலையில்லாத்தன்மை $= \pm 10^{-10}$ m.

பயிற்சி கணக்குகள்

1. ஓர் எலக்ட்ரானின் தோராயமான நிறை 10^{-27} g. அதன் நிலையில் உள்ள நிலையில்லாத்தன்மை 10^{-11} m எனில் திசைவேகத்தின் நிலையில்லாத் தன்மையை கணக்கிடு.

   [விடை : 5.25×10^6 m sec^{-1}]

2. ஹெய்சன்பர்க்கின் நிலையில்லா கோட்டின்படி 9.1×10^{-31} kg நிறை கொண்ட எலக்ட்ரானின் நிலை மற்றும் திசைவேகம் ஆகியவற்றின் பெருக்குத்தொகையின் நிலையில்லாத்தன்மையை கணக்கிடு.

   [விடை: 5.77×10^{-5} m^2 sec^{-1}]

3. 0.15 kg நிறைகொண்ட கிரிக்கெட் பந்தின் நிலையின் நிலையில்லாத் தன்மை 1 Å (10^{-10} m) எனில் அதன் திசைவேகத்தில் உள்ள நிலையில்லாத் தன்மையை கணக்கிடு.

   [விடை: 3.5×10^{-24} m sec^{-1}]

4. ஓர் எலக்ட்ரானின் நிலையில் உள்ள நிலையில்லாத்தன்மை 10^{-4} m எனில், அதன் திசைவேகத்தில் உள்ள நிலையில்லாத் தன்மையை கணக்கிடு.

[விடை: 0.577 m sec^{-1}]

5. 10 g நிறை கொண்ட இயங்கும் தோட்டா ஒன்றின் நிலையின் நிலையில்லாத்தன்மை 10^{-5} m எனில் அதன் திசைவேகத்தில் உள்ள நிலையில்லாத்தன்மையை கணக்கிடு.

[விடை : $5.25 \times 10^{-28} \text{ m sec}^{-1}$]

1.4 எலக்ட்ரான்களின் அலைத்தன்மை

ஒரு சேர்மத்தை மிக நுண்ணிய துண்டுகளாக பிளக்கும்போது மூலக்கூறுகளும், அணுக்களும் கிடைகின்றன. எனவே, அணுக்களில் எலக்ட்ரான்களும், அணுக்கருவும் உள்ளன என்பது சாத்தியமாகிறது. 19-ஆம் நூற்றாண்டுவரை இத்துகள்கள் நியூட்டனின் இயக்கவியற் கொள்கையையும், மாக்ஸ்வெல்லின் மின்காந்தக் கொள்கைளையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு செயல்பட்டதாக கருதப்பட்டன. ஆனால், அணு அமைப்புப் பற்றிய போரின் மாதிரிக்கு பிறகு இக்கருத்தில் முரண்பாடு காணப்பட்டது.

மாறாக, ஒளியானது மின்காந்த அலைகளாக கருதப்பட்டது. ஒளியானது போட்டான் என்ற துகளால் ஆனது என்ற கண்டுபிடிப்பிற்கு பிறகு ஒளியானது ஒரு சமயத்தில் அலைத்தன்மையையும், மற்றொரு சமயத்தில் துகள் தன்மையையும் பெற்றிருப்பது நிரூபணமாகிறது. எனவே ஒளியானது ஈரியல்புத் தன்மையுடையது.

டி-பிராக்ளே அலைகள்

அலைத்தன்மையை பெற்றுள்ள ஒளியானது துகள் தன்மையை பெற்றிருப்பது போல துகள்களும் அலைத்தன்மை பெற்றிருப்பதை விளக்குவது டி-பிராக்ளே அலைகளாகும். சேர்மத்தின் எலக்ட்ரான் அல்லது புரோட்டான் போன்ற துகள்கள் அலைத்தன்மையை பெற்றுள்ளன.

ஒளியின் துகள் மற்றும் அலைப்பண்பை விளக்குவதற்கான ஐன்ஸ்டீன் தொடர்புகள் பின்வருமாறு

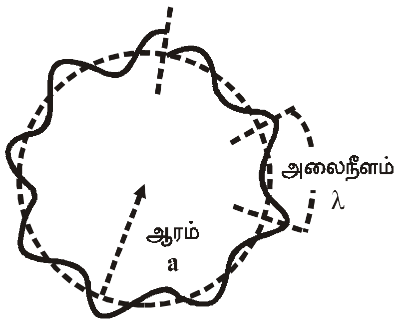
$$E = h\nu, \qquad p = \frac{h}{\lambda} \tag{1}$$

இவை டி-பிராக்ளே பொருண்மை அலைகளுக்கும் பொருந்தக்கூடியவை. சமன்பாடு (1)ல் உள்ள தொடர்புகள் ஐன்ஸ்டீன்-டி-பிராக்ளே தொடர்புகள் எனப்படுகின்றன.

இந்தத் தொடர்புகளை ஹைட்ரஜன் அணுவிற்கான போர் மாதிரிக்கு உட்படுத்தும் போது பின்வரும் கருத்துக்களை நாம் புரிந்துக்கொள்ளலாம். ஹைட்ரஜன் அணுவிலுள்ள எலக்ட்ரான் சீரான வேகத்தில் அணுக்கருவை சுற்றுவதாகக் கொள்வோம். போர் குவாண்டம் கொள்கையின்படி, குவாண்டம் நிபந்தனையை சமன்பாடு (2) தருகிறது. $p = h/\lambda$ என்ற ஐன்ஸ்டீன் தொடர்பின் மூலம் கிடைக்கும் குவாண்டம் நிபந்தனை

$$2\pi a = n\lambda, \qquad (n = 1, 2, 3, ...) \tag{2}$$

எலக்ட்ரானின் சுற்றுவட்டப்பாதையானது டி-பிராக்ளே அலையின் அலைநீளத்தின் முழுஎண்களின் மடங்குகளின் பெருக்குத்தொகைக்கு சமமாகும். மாறாக, எலக்ட்ரானின் இயக்கத்துடன் கூடிய டி-பிராக்ளே அலைகளின் தொடர்ச்சியின் நிலையான நிலைத்தன்மையை நிர்ணயிப்பதே குவாண்டம் நிபந்தனை என்பது தெரிகிறது. (படத்தில் உள்ளபடி)



போரின் குவாண்டம் நிபந்தனை நிலையான நிலைக்கான நிபந்தனை

எலக்ட்ரானின் சுற்றுவட்டப்பாதையானது டி-பிராக்ளே அலைநீளத்தின் பெருக்குத் தொகையாக இருக்க வேண்டும். அவ்வாறு இல்லையெனில் அலையானது தொடர்ச்சியாக இருக்காது.

ஒரு அணுவிலுள்ள எலக்ட்ரானின் ஆற்றல். ஷாடிங்கர் அலைச்சமன்பாட்டை ஹைட்ரஜன் அணுவிற்கு பயன்படுத்தும்போது, எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் (En) ஆனது

$$E_n = -\frac{2\pi^2 me^4}{n^2h^2} \tag{1}$$

n என்பது முதன்மை குவாண்டம் எண் ஆகும். இச்சமன்பாடு ஹைட்ரஜன் அணுவின் எலக்ட்ரான் ஆற்றலுக்கான போர் சமன்பாட்டுடன் பொருந்தி உள்ளது.

சமன்பாடு (1)-ல் m, e மற்றும் h -ன் மதிப்புகளை பொருத்த

$$E_n = -\frac{1312}{n^2}\,\text{kJ mol}^{-1} \tag{2}$$

எதிர்குறி எலக்ட்ரான் ஆற்றலின் முக்கியத்துவம்

முடிவிலாத் தொலைவிலுள்ள ஓர் எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் தோராயமாக பூஜ்ஜியம் எனக் கொள்வோம். இந்நிலையானது பூஜ்ஜிய ஆற்றல் நிலை எனப்படும். எலக்ட்ரான் நகர்ந்து, அணுக்கருவின் கவர்ச்சிக்கு உட்படும்போது, அது குறிப்பிட்ட வேலையை செய்வதால் ஆற்றலை இழக்கிறது. எனவே, எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் குறைந்துக்கொண்டே வந்து பூஜ்ஜியத்தைவிட குறைவாகிறது. அதாவது எதிர்க்குறி மதிப்பைப்பெறுகிறது.

சான்று 1

ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு சாதாரண நிலையில் உள்ள போது அயனியாக்கும் ஆற்றல் 1312 kJ mol^{-1}. ஹைட்ரஜன் அணுவிலுள்ள எலக்ட்ரான் n = 2 நிலையிலிருந்து n = 1 நிலைக்கு இடப்பெயர்ச்சி அடையும்போது வெளியிடும் கதிர்வீச்சின் அலைநீளத்தைக் கணக்கிடு ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js; ஒளியின் திசைவேகம், $c = 3 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}$; அவகாட்ரோ மாறிலி, $N_A = 6.0237 \times 10^{23}\ mol^{-1}$).

தீர்வு

சாதாரண நிலையில் ஹைட்ரஜன்
அணுவின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் $= 1312\ kJ\ mol^{-1}$

முதல் சுற்றுவட்டப்பாதையில்
ஹைட்ரஜனின் அணுவின் ஆற்றல் $(E_1) = -I.E = -1312\ kJ\ mol^{-1}$

n-வது சுற்றுவட்டப்பாதையில் ஹைட்ரஜன் $(E_n) = \dfrac{-1312}{n^2}\ kJ\ mol^{-1}$
அணுவின் ஆற்றல்

$$(E_2) = -\frac{1312}{2^2} = -328\ kJ\ mol^{-1}$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = [-328 - (-1312)]\,kJ = 984\,kJ\,mol^{-1}$$

ஓர் அணுவிற்கு உமிழப்படும் ஆற்றல் $= \dfrac{\Delta E}{N} = \dfrac{984 \times 10^3\ J/atom}{6.0237 \times 10^{23}}$

$$\frac{\Delta E}{N} = h\nu = h\frac{c}{\lambda}; \qquad \therefore \lambda = \frac{Nh_1c}{\Delta E}$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.626\times10^{-34}\,Js\times3\times10^{8}\,ms^{-1}\times6.0237\times10^{23}}{984\times10^{3}\,J} = 1.2\times10^{-5}\,cm = 1.2\times10^{-7}\,m$$

சான்று 2

ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவின் எலக்ட்ரான் ஆற்றல் சாதாரண நிலையில் உள்ள போது 2.18×10^{-18} J per atom. ஒவ்வொரு ஹைட்ரஜன் அணுவிற்கும் 1.938×10^{-18} J ஆற்றலை செலுத்தும்போது எலக்ட்ரானின் நிலையைப்பற்றி கணக்கிடு.

தீர்வு

சாதாரணநிலையில் உள்ளபோது H-அணுவின் ஆற்றல்

$= -2.18 \times 10^{-18}$J atom^{-1}

கூட்டப்படும் ஆற்றல் $= 1.938 \times 10^{-18}$ J atom^{-1}

கிளர்வுற்ற நிலையில் எலக்ட்ரானின் ஆற்றல்

$= (-2.18 + 1.938) \times 10^{-18}$ J atom^{-1}

$= -0.242 \times 10^{-18}$ J atom^{-1}

$$\therefore \qquad -0.242\times10^{-18}\,J\,atom^{-1} = \frac{-2.18\times10^{-18}\,J\,atom^{-1}}{n^2}$$

$$n^2 = \frac{-2.18\times10^{-18}\,J\,atom^{-1}}{-0.242\,J\,atom^{-1}} = 9, \quad n = 3$$

எனவே, எலக்ட்ரான் மூன்றாவது ஆற்றல் மட்டத்திற்கு கிளர்வுறுகிறது.

சான்று 3

ஓர் எலக்ட்ரான் முதல் ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து மூன்றாவது ஆற்றல் மட்டத்திற்கு பெயர்ச்சியடையும்போது ஹைட்ரஜன் அணுவின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் பெயர்ச்சியடைவதற்கு தேவையான ஆற்றல் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடு.

தீர்வு

i) அயனியாக்கும் ஆற்றல் என்பது நடுநிலையான வாயு நிலைமையிலுள்ள ஓர் அணுவிலிருந்து எலக்ட்ரானை எடுப்பதற்கு தேவைப்படும் ஆற்றலாகும். அதாவது $n = 1$ லிருந்து $n = \infty$ க்கு செல்ல தேவையான ஆற்றல்

$n = 1$ எனில் $E_1 = -1312$ kJ mol^{-1}; $n = \infty$ எனில் $E_\infty = 0$

$\therefore$ அயனியாக்கும் ஆற்றல் $= E_\infty - E_1 = 0 - (-1312$ kJ mol$^{-1}) = + 1312$ kJ mol^{-1}

ii) n = 1 மற்றும் n = 3 -ல் உள்ளபோது எலக்ட்ரானின் ஆற்றல்கள்

$$E_1 = \frac{-1312}{1^2} = -1312\,\text{kJ mol}^{-1} \quad : \quad E_3 = \frac{-1312}{3^2} = -146\,\text{kJ mol}^{-1}$$

∴ எலக்ட்ரான் பெயர்ச்சியடைவதற்கு தேவைப்படும் ஆற்றல்,

$$\Delta E = E_3 - E_1 = [-146 - (-1312)]\ \text{kJ mol}^{-1} = 1166\ \text{kJ mol}^{-1}$$

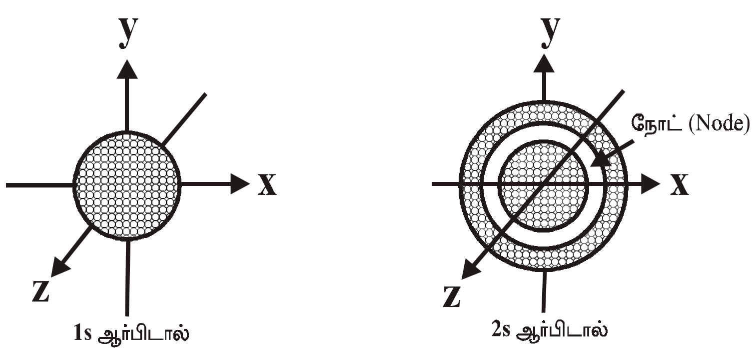
ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்கள்

ஆர்பிட்டால்கள் என்பவை ஓர் அணுவில் அணுக்கருவை சுற்றியுள்ள பகுதியில் அதிகப்பட்ச அடர்த்தியை கொண்டுள்ள எலக்ட்ரானின் நிகழ்தகவு ஆகும். இந்த பகுதியின் வடிவம் (எலக்ட்ரானின் மேகம்) ஆர்பிட்டாலுக்கு வடிவத்தை கொடுக்கிறது. கோண அலைச்சார்பு அல்லது கோண அலைச்சார்பின் இருமடி (நிகழ்தகவு சார்பு) ஆகியவற்றின் வரைபடங்கள் ஆர்பிட்டால்களின் வடிவத்தைத் தருகிறது. இந்த இரண்டு வரைபடங்களும் மிகச்சிறிதளவே வேறுபடுகின்றன.

s-ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்கள்

s-ஆர்பிட்டால்களுக்கு, $l = 0$, ஆக இருக்கும்போது m ன் மதிப்பு பூஜ்ஜியமாகும். எனவே, எத்தகைய திசையையும் பெற்றிருப்பதில்லை. அதாவது, அணுக்கருவின் குறிப்பிட்ட தொலைவிலிருந்து எலக்ட்ரானைக் காணும் வாய்ப்பு சமமாகும். எனவே 's' ஆர்பிட்டால் சீர்மையான கோள வடிவமுடையது.

s-ஆர்பிட்டாலின் உருவமானது முதன்மை குவாண்டம் எண் 'n' -ன் மதிப்பை சார்ந்ததாகும். 'n'-ன் மதிப்பு அதிகமாக இருக்கும்போது s ஆர்பிட்டாலின் உருவமும் பெரியதாக இருக்கும்.



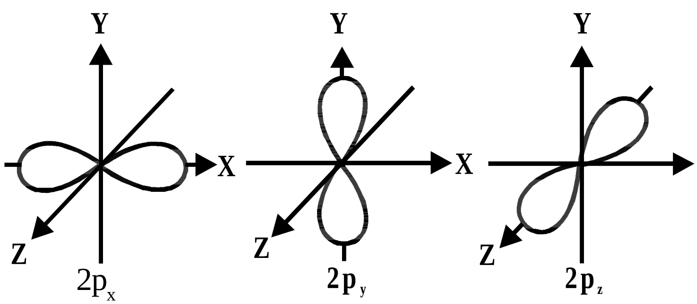
படம் 1.3 1s மற்றும் 2s ஆர்பிட்டால்களின் வடிவம்

2s-ஆர்பிட்டாலின் உட்பகுதியில் கோளவடிவத்தை பெற்றுள்ள அமைப்பில் எலக்ட்ரான்களை அதிகபட்சமாக காணும் நிகழ்தகவு பூஜ்ஜியமாக உள்ளது. இவைகளே நோட்(node) அல்லது நோட் பரப்பு எனப்படுகிறது. 2s ஆர்பிட்டாலில் ஒரேயொரு கோள நோட் மட்டும உள்ளது s-ஆர்பிட்டால்களில் நோட்களின் ஆற்றல் மட்டங்களின் எண்ணிக்கை (n-1) ஆகும், n என்பது முதன்மை குவாண்டம் எண் ஆகும்.

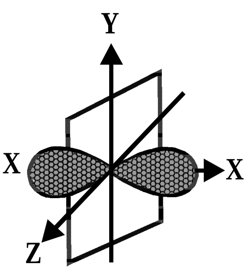
p-ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்கள்

p-ஆர்பிட்டாலில் $l = 1$ எனில் m-க்கு $-1, 0, +1$ ஆகிய மூன்று மதிப்புகள் உள்ளன. இந்த மூன்று p ஆர்பிட்டால்களும் மூன்று திசைநோக்கு வாய்ப்புக்களை பெற்றுள்ளன. இம்மூன்று ஆர்பிட்டால்களும் சம ஆற்றலை பெற்றிருந்தாலும். வெவ்வேறு திசைநோக்குகளை பெற்றுள்ளன. ஒவ்வொரு p-ஆர்பிட்டாலும் குறிப்பிட்ட அச்சில் சீர்மையுடன் இரண்டு மடல்களை பெற்றுள்ளன. ஒவ்வொரு மடலின் திசைநோக்கை பொருத்து அவை $2p_x$, $2p_y$ மற்றும் $2p_z$ என்று X,Y மற்றும் Z அச்சுக்களின் சீர்மையை பொருத்து அமைக்கப்படுகின்றன.

படத்தில் உள்ள கோடுகள் p-ஆர்பிட்டால்களின் முப்பரிமாண எல்லையின் குறுக்குவெட்டு பரப்பை காட்டுகின்றன. எல்லைப்பரப்பு என்பது பரப்பில் உள்ள 90 சதவீத புள்ளிகள் எலக்ட்ரானை குறிப்பதாகும். p-ஆர்பிட்டாலின் இரண்டு மடல்களும் நோடல் தளத்தினால் (பூஜ்ஜிய எலக்ட்ரான் அடர்த்தியை பெற்றுள்ள தளம்) பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. உதாரணமாக, $2p_x$ ஆர்பிட்டாலுக்கு, YZ தளம் நோடல் தளமாகும் (nodal plane).



படம் 1.4 $\mathbf{2p_x}$, $\mathbf{2p_y}$ மற்றும் $\mathbf{2p_z}$ ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்கள்



படம் 1.5 $\mathbf{2p_x}$ ஆர்பிட்டாலின் நோடல் தளம்

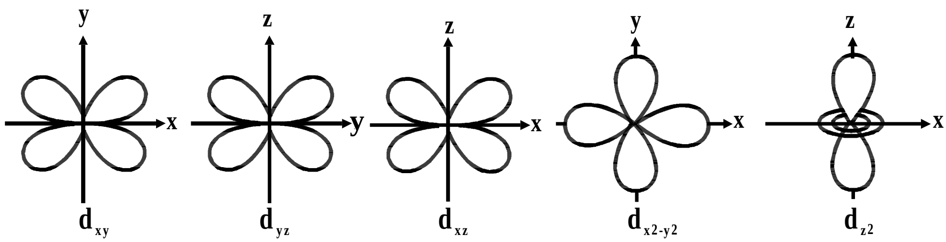
எனவே, p-ஆர்பிட்டால்கள் டம்பல் வடிவத்தையும், திசைநோக்கு பண்பையும் பெற்றுள்ளன. இரண்டு மடல்களிலும் எலக்ட்ரானை காணும்

நிகழ்தகவு சமமாக உள்ளது. அதிக ஆற்றல் மட்டத்திலுள்ள p-ஆர்பிட்டால்கள் பெரிய உருவத்துடன் ஒரே வடிவத்தை பெற்றுள்ளன.

d-ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்கள்

d-துணைக்கூட்டில், $l = 2$ உள்ளபோது m-க்கு –2, –1, 0, 1, 2 ஆகிய மதிப்புகள் உள்ளன. அதாவது d- ஆர்பிட்டால்கள் ஐந்து திசைநோக்கு நிலையைக் கொண்டிருக்கும். d_{xy}, d_{yz}, d_{zx}, $d_{x^2-y^2}$ மற்றும் d_{z^2} ஆகியவை அந்த ஐந்து ஆர்பிடால்களாகும். $3d_{xy}$, $3d_{yz}$, $3d_{zx,}$ $3d_{x^2-y^2}$ மற்றும் $3d_{z^2}$ ஆகியவை உதாரணங்களாகும். d_{xy}, d_{yz} மற்றும் d_{zx} ஆகிய ஆர்பிட்டால்கள் ஒரே வடிவத்தை பெற்றுள்ளன. அதாவது குளோவர் இலை அமைப்பை பெற்றுள்ளன. அவை முறையே XY, YZ மற்றும் ZX- தளங்களில் அமைந்துள்ளன. d_{z^2} ஆர்பிட்டால் Z- அச்சில் சமச்சீர்மையுடன் டம்பல் வடிவத்துடன் மையத்தில் உருளை வடிவ (doughnut) எலக்ட்ரான் மேகத்துடன் உள்ளது. $d_{x^2-y^2}$ ஆர்பிட்டாலும் குளோவர் இலை அமைப்புடன் X மற்றும் Y- அச்சில் அமைந்துள்ளது..

எந்த nd ஆர்பிட்டாலும் நான்கு மடல்களுடன் இருப்பதற்கு காரணம் அவற்றின் இரண்டு நோடல் தளங்கள் மற்றும் ψ-ன் இரண்டு இயற்கணித குறி மாற்றங்களேயாகும்.



படம் 1.6 **d-**ஆர்பிட்டாலின் வடிவங்கள்

1.5 மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கை

மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கையை 1932-ம் ஆண்டு ஹீண்ட் மற்றும் முலிக்கன் உருவாக்கினர். இக்கொள்கை நவீனமானதாகும். இக்கொள்கையின்படி, மூலக்கூறுகளில் அணு ஆர்பிட்டால்கள் தனித்தன்மையை இழந்துவிடுகின்றன. மூலக்கூறுகளில் எலக்ட்ரான்கள் அமைந்துள்ள புதிய ஆர்பிட்டால்கள் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் எனப்படுகின்றன. இக்கொள்கை பற்றிய எளிய கருத்துக்கள் பின்வருமாறு

(i) மூலக்கூறில், எலக்ட்ரான்கள் அமைந்துள்ள புதிய ஆர்பிட்டால்கள் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் எனப்படுகின்றன. மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் அணு ஆர்பிட்டால்களைப் போன்றே குவாண்டம் எண்களால் வரையறுக்கப்படுகின்றன.

(ii) மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் சம ஆற்றலுடைய அணு ஆர்பிட்டால்கள் (ஒருபடித்தான அணுக்கரு மூலக்கூறுகளில்) இணைவதாலோ அல்லது ஏறக்குறைய சம ஆற்றலுடைய அணு ஆர்பிட்டால்கள் (பலபடித்தான அணுக்கரு மூலக்கூறுகளில்) இணைவதாலோ உருவாகின்றன.

(iii) மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் உருவாகும் எண்ணிக்கையும், அணு ஆர்பிட்டால்கள் இணையும் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்கும்.

(iv) இரண்டு அணு ஆர்பிட்டால்கள் இணைந்து இரண்டு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களைத் தருகின்றன. இவற்றில் ஒன்று அதிக ஆற்றலையும், மற்றது குறைந்த ஆற்றலையும் பெற்றுள்ளன. குறைந்த ஆற்றல் கொண்ட மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் எனவும், அதிக ஆற்றல் கொண்ட மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் எதிர்பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

(v) மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்கள் இணையும் அணு ஆர்பிட்டால்களின் வடிவத்தையே பெற்றுள்ளன.

(vi) பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் σ (சிக்மா), π (பை), δ (டெல்டா) மற்றும் எதிர்பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் σ^*, π^*, δ^* என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன.

(vii) மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் ஆற்றலின் ஏறுவரிசையில் நிரப்பப்படுகின்றன. (ஆஃபா தத்துவம்)

(viii) ஒரு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டாலில் இரண்டு எலக்ட்ரான்களை மட்டும் நிரப்ப இயலும். அந்த இரண்டு எலக்ட்ரான்களும் எதிரெதிர் சுழற்சியை உடையவை. (பாலியின் தவிர்க்கை தத்துவம்)

(ix) இரண்டு சம ஆற்றல் உடைய மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களை நிரப்பும்போது, முதலில் அவற்றில் எலக்ட்ரான்களால் ஒற்றை நிரவுதலை பூர்த்தி செய்தபிறகே இரு எலக்ட்ரான் இணையை நிரப்ப வேண்டும் (ஹீண்ட் விதி)

1.5.1 மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களுக்கான ஆற்றல் மட்ட வரைபடம்

ஒருபடித்தான இரு அணு மூலக்கூறுகளில் இரண்டு 1s அணு ஆர்பிட்டால்கள் இணைந்து σ_{1s} மற்றும் σ^{*}_{1s} ஆகிய புதிய இரண்டு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களைத் தருகின்றன. இதேபோல் ஒவ்வொரு அணுவின் 2s மற்றும் மூன்று 2p-ஆர்பிட்டால்கள் இணைந்து எட்டு புதிய மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களைத் தருகின்றன. அவை

$$\sigma_{2s}, \sigma^{*}_{2s}, \pi_{2p_x}, \pi^{*}_{2p_x}, \pi_{2p_y}, \pi^{*}_{2p_y}, \sigma_{2p_z}, \sigma^{*}_{2p_z}.$$

அணு அமைப்பும், வேதி பிணைப்பும்

மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றல் மட்டங்கள் நிறநிரல் சோதனைகளின் மூலம் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. தனிமவரிசை அட்டவணையில் உள்ள முதல் மற்றும் இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களின் ஒருபடித்தான இரு அணு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களின் ஏறுவரிசை ஆற்றல்மட்டங்கள் பின்வருமாறு

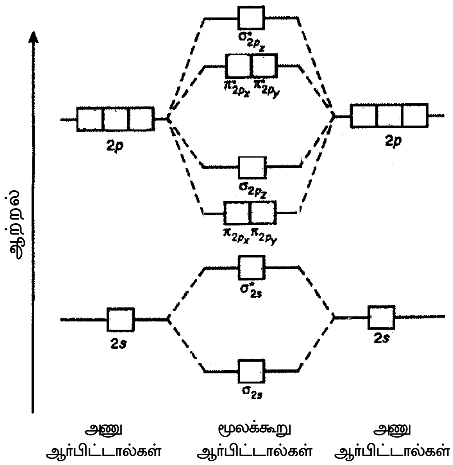
$$\sigma_{1s} < \sigma^{*}_{1s} < \sigma_{2s} < \sigma^{*}_{2s} < \pi_{2p_x} = \pi_{2p_y} < \sigma_{2p_z} < \pi^{*}_{2p_x} = \pi^{*}_{2p_y} < \sigma^{*}_{2p_z}$$

H_2, H_2^{+}, He_2^{+}, He_2 (கற்பனை), Li_2, Be_2 (கற்பனை), B_2, C_2 மற்றும் N_2 போன்ற மூலக்கூறுகளுக்கு இந்த மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றல் மட்டம் பொருந்தும். இந்த மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றல் வரைபடமானது படம் 1.7a-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆனால், இந்த ஆற்றல்மட்டமானது ஆக்சிஜன் மற்றும் உயர் இரு அணு மூலக்கூறுகளுக்கு சோதனை முடிவுகள் பொருந்துவதில்லை. இத்தகைய தனிமங்களில் σ_{2p_z} , π_{2p_x}, π_{2p_y} ஆகியவற்றிற்கான ஆற்றல் மட்டங்கள் மாறுபட்டுள்ளன. அதாவது σ_{2p_z} ஆனது π_{2p_x} அல்லது π_{2p_y} -ஐ விட குறைந்த ஆற்றலை பெற்றுள்ளது. எனவே, இத்தகைய மூலக்கூறுகளுக்கான மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களின் ஏறுவரிசை ஆற்றல் மட்டம் பின்வருமாறு.

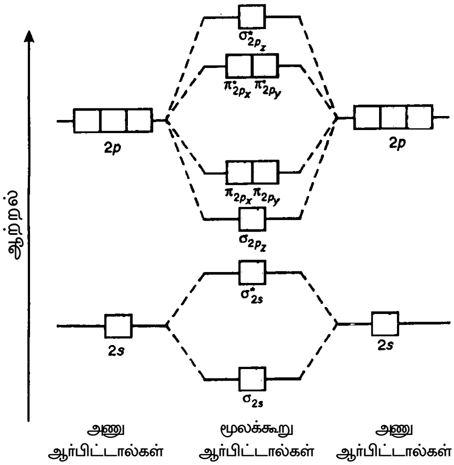
$$\sigma_{1s} < \sigma^{*}_{1s} < \sigma_{2s} < \sigma^{*}_{2s} < \sigma_{2p_z} < \pi_{2p_x} = \pi_{2p_y} < \pi^{*}_{2p_x} = \pi^{*}_{2p_y} < \sigma^{*}_{2p_z}$$

இந்த மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் ஆற்றல் மட்டமான O_2, O_2^{-} (உயர் ஆக்சைடு அயனி), O_2^{2-} (பெராக்சைடு அயனி), F_2 மற்றும் Ne_2 (கற்பனை) போன்ற மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் வரைபடமானது படம் 1.7b-ல் உள்ளது.



படம் 1.7**a**

முதல் மற்றும் இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களுக்கு ஒரு படித்தான ஈரணு மூலக்கூறுகளுக்கான மூலக்கூறு ஆற்றல் மட்ட வரைபடம்



படம் 1.7**b**

$\mathbf{O_2}$ மற்றும் உயர் தனிம ஒரு படித்தான ஈரணு மூலக் கூறுகளுக்கான மூலக்கூறு ஆற்றல்மட்ட வரைபடம்

1.5.2 மூலக்கூறுகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு மற்றும் அதன் மூலக்கூறு பண்பிற்கான தொடர்பு

வெவ்வேறு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பட்டுள்ள விதமே மூலக்கூறின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு எனப்படும். இது மூலக்கூறுகள் பற்றிய மிக முக்கிய தகவல்களை தருகின்றன என்பதை பின்வருமாறு பார்ப்போம்.

1. பிணைப்பு மற்றும் எதிர்பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை வாயிலாக மூலக்கூறின் நிலைப்புத்தன்மை.

எலக்ட்ரான் அமைப்பு மூலமாக பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (N_b) மற்றும் எதிர்பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (N_a) ஆகியவற்றை கணக்கிடலாம். பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் பிணைப்பு எலக்ட்ரான்கள் என்றும், எதிர்பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் எதிர்பிணைப்பு எலக்ட்ரான்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

(a) $N_b > N_a$ *எனில் மூலக்கூறு நிலைப்புத்தன்மை உடையது:* இவற்றில் பிணைப்பு எலக்ட்ரான்களின் ஆதிக்கமானது எதிர்பிணைப்பு எலக்ட்ரான்களைவிட அதிகமாக இருப்பதால் ஈர்ப்புவிசை உருவாகிறது.

(b) $N_b < N_a$ எனில் மூலக்கூறு நிலைப்புத்தன்மையற்றதாக இருக்கும். இந்நிலையில் எதிர்பிணைப்பு எலக்ட்ரான்களின் ஆதிக்கமானது பிணைப்பு எலக்ட்ரான்களைவிட அதிகமாக இருப்பதால் விலக்கு விசை உருவாகிறது.

(c) $N_b = N_a$ எனில் மூலக்கூறு நிலைப்புத்தன்மையற்றதாக இருக்கும். இந்நிலையில் பிணைப்பு எலக்ட்ரான்களின் ஆதிக்கமும் எதிர்பிணைப்பு எலக்ட்ரான்களின் ஆதிக்கமும் சமமாக இருப்பதால் எத்தகைய ஈர்ப்புவிசையும் செயல்படுவதில்லை.

2. பிணைப்புத்தரம் மற்றும் மூலக்கூறு அல்லது அயனியின் நிலைப்புத்தன்மை: ஒரு மூலக்கூறு அல்லது அயனியின் நிலைப்புத் தன்மையானது பிணைப்புத்தரத்தின் மூலமும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. பிணைப்புத்தரம் என்பது பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கும்(N_b) எதிர்பிணைப்பு மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கும் (N_a) உள்ள வேறுபாட்டில் பாதியளவாகும் அதாவது,

$$\text{பிணைப்புத்தரம்} = \frac{1}{2}(N_b - N_a)$$

$N_b > N_a$ ஆக இருக்கும்போது உருவாகும் மூலக்கூறு அல்லது அயனி நிலைப்புத்தன்மையுடையது. அதாவது பிணைப்புத்தரம் நேர்க்குறியுடையது. $N_b \leq N_a$ ஆக இருக்கும்போது உருவாகும் மூலக்கூறு அல்லது அயனி நிலைப்புத்தன்மையற்றதாக இருக்கும். அதாவது பிணைப்புத்தரம் எதிர்க்குறியுடனோ அல்லது பூஜ்ஜியமாகவோ இருக்கும்.

3. பிணைப்புத்தரத்தின் மூலமாக மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகளின் ஒப்பு நிலைப்புத்தன்மை: ஒரு மூலக்கூறு அல்லது அயனியின் நிலைப்புத்தன்மையானது பிணைப்புத்தரத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். எனவே, பிணைப்புத்தரம் 3 உள்ள மூலக்கூறு (சான்று: N_2) பிணைப்புத்தரம் 2 (சான்று: O_2) அல்லது 1 (சான்று: Li_2) உள்ள மூலக்கூறை விட அதிக நிலைப்புத்தன்மையை பெற்றிருக்கும்.

4. பிணைப்புத்தரத்தின் மூலமாக பிணைப்பு தன்மை: ஒரு வேதிப்பிணைப்பானது ஒற்றை, இரட்டை அல்லது முப்பிணைப்பாக இருக்கலாம், ஆனால் பின்னமாக இருக்காது. ஆயின் பிணைப்புத்தரம் பின்னமாக அமையும்.

5. பிணைப்புத்தரத்தின் மூலமாக பிணைப்பு நீளம்: பிணைப்பு நீளமானது பிணைப்புத்தரத்திற்கு எதிர் விகிதத்திலிருக்கும். பிணைப்புத்தரம் அதிகமாக இருக்கும்போது பிணைப்புநீளம் குறைவாக இருக்கும். இதேபோல் பிணைப்புத்தரம் குறைவாக இருந்தால் பிணைப்பு நீளம் அதிகமாக இருக்கும்.

சான்றாக, நைட்ரஜன் மூலக்கூறில் உள்ள பிணைப்பு நீளமானது (பிணைப்புத்தரம் = 3) ஆக்சிஜன் மூலக்கூறில் உள்ள பிணைப்பு நீளத்தைவிட குறைவாகும். (பிணைப்புத்தரம் = 2) இதேபோல் ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில் உள்ள பிணைப்பு (பிணைப்புத்தரம் = 1) ஆக்சிஜன் மூலக்கூறில் உள்ளதைவிட நீளமானதாகும்.

அட்டவணை 1 $\mathbf{N_2}$, $\mathbf{O_2}$ மற்றும் $\mathbf{Li_2}$ மூலக்கூறுகளின் பிணைப்புத்தரம், பிணைப்பு பிளவு ஆற்றல் மற்றும் பிணைப்பு நீளம்

மூலக்கூறு	பிணைப்புத்தரம்	பிணைப்பு பிளவு ஆற்றல்	பிணைப்புநீளம்
நைட்ரஜன்	3	945 kJ mol^{-1}	110 pm
ஆக்சிஜன்	2	495 kJ mol^{-1}	121 pm
லித்தியம்	1	110 kJ mol^{-1}	267 pm

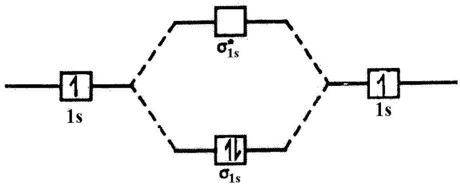
6. மூலக்கூறின் டையாகாந்த மற்றும் பாரா காந்தத்தன்மை : ஒரு மூலக்கூறில் எலக்ட்ரான்கள் இணையாக இருந்தால் அது டையாகாந்தத்தன்மையுடையதாகும். மாறாக தனித்த எலக்ட்ரான்களை பெற்றிருந்தால் அம்மூலக்கூறு பாராகாந்தத் தன்மையுடையதாகும்.

1.5.3 ஒருபடித்தான ஈரணு மூலக்கூறுகள் மற்றும் மூலக்கூறு அயனிகளுக்கான மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் ஆற்றல் மட்ட வரைபடம்

மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் நிரப்பப்படுவது கீழ்க்கண்ட கொள்கைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். (i) ஆஃபா கொள்கை (ii) பௌலியின் தவிர்க்கைத் தத்துவம் (iii) ஹீண்ட் விதி. சில ஒருபடித்தான இரு அணு மூலக்கூறுகளை கருதுவோம்.

1. ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு, $\mathbf{H_2}$. இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இணைவதால் மூலக்கூறு உருவாகிறது. ஒவ்வொரு ஹைட்ரஜன் அணுவும் சாதாரண நிலையில் 1s ஆர்பிட்டாலில் ஒர் எலக்ட்ரானை பெற்றுள்ளது. எனவே, ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில் இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இந்த இரண்டு எலக்ட்ரான்களும் குறைந்த ஆற்றல் மட்டம் கொண்ட σ_{1s} மூலக்கூறு ஆர்பிட்டாலில் உள்ளன. பௌலியின் தவிர்க்கை தத்துவத்தின்படி இந்த இரண்டு எலக்ட்ரான்களும் எதிரெதிர் சுழற்சியை பெற்றுள்ளன.

ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறுக்கான மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் எலக்ட்ரான் அமைப்பு, $H_2 : (\sigma_{1s})^2$. H_2 மூலக்கூறுக்கான மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் வரைபடமானது படம் 1.7ல் உள்ளது.



படம் 1.8 $\mathbf{H_2}$ மூலக்கூறுக்கான மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் ஆற்றல் மட்ட வரைபடம்

H_2 மூலக்கூறுக்கான பிணைப்புத்தரம் பின்வருமாறு

$$N_b = 2 \qquad N_a = 0$$

பிணைப்புத்தரம் $= \frac{N_b - N_a}{2} = \frac{2-0}{2} = 1.$

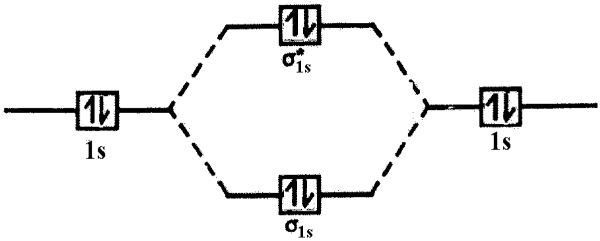
i) *பிணைப்பின் தன்மை:* ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில் உள்ள இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் ஒற்றை சகபிணைப்பால் பிணைந்துள்ளன.

ii) *டையா காந்தத்தன்மை* : ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில தனித்த எலக்ட்ரான்கள் எதுவுமில்லாததால் மூலக்கூறு டையாகாந்தத் தன்மையுடையதாகும்.

2. ஈரணு ஹீலியம் மூலக்கூறு, $\mathbf{He_2}$ **(**கற்பனை**).** ஹீலியத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு (Z = 2) $1s^2$ ஆகும். ஒவ்வொரு ஹீலியம் அணுவும் இரண்டு எலக்ட்ரான்களை பெற்றிருப்பதால் He_2 மூலக்கூறில் நான்கு எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. ஆஃபா கொள்கை மற்றம் பௌலி தவிர்க்கைத் தத்துவம் ஆகியவற்றின் மூலம் அதன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு பின்வருமாறு.

$$He_2 : (\sigma_{1s})^2 (\sigma^*_{1s})^2.$$

படம் 1.8-ல் He_2 (கற்பனை) மூலக்கூறின் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.9 $\mathbf{He_2}$ (கற்பனை) மூலக்கூறின் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் ஆற்றல் மட்ட வரைபடம்

$N_b = 2$ மற்றும் $N_a = 2$ எனில்

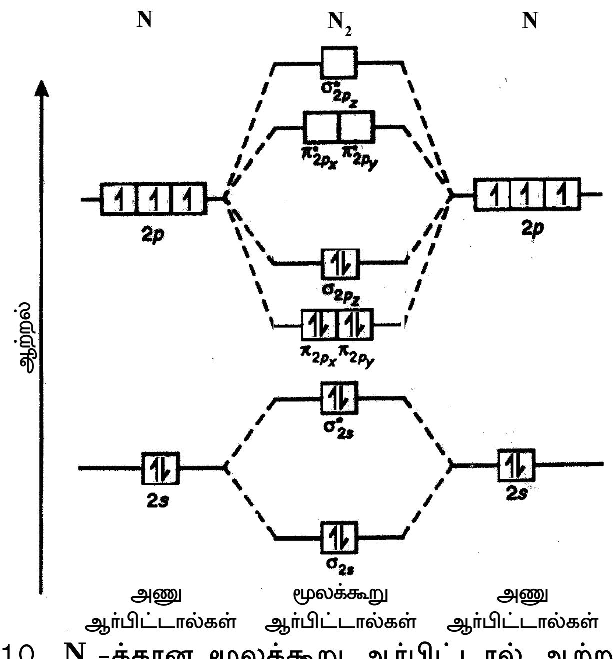
$$\text{பிணைப்புத் தரம்} = \frac{N_b - N_a}{2} = \frac{2-2}{2} = 0.$$

பிணைப்புத்தரம் பூஜ்ஜியமாக இருப்பதால், He_2 மூலக்கூறு உருவாகாது.

3. நைட்ரஜன் மூலக்கூறு **(N_2).** சாதாரண நிலையில் நைட்ரஜன் (Z=7) அணுவின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ ஆகும். எனவே, நைட்ரஜன் மூலக்கூறில் (N_2) உள்ள மொத்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை 14 ஆகும். இந்த 14 எலக்ட்ரான்களும் ஆற்றலின் ஏறுவரிசையில் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் பின்வருமாறு நிரப்பப்படுகின்றன.

$$N_2 : KK(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p_x})^2(\pi_{2p_y})^2(\sigma_{2p_z})^2$$

எலக்ட்ரான் அமைப்பின் KK என்பது இரண்டு அணுக்களின் $(\sigma_{1s})^2(\sigma_{1s}^*)^2$ என்பதன் K கூட்டின் சுருக்கமாகும். பிணைப்புத்தரத்தை கணக்கிடும் போது KKவில் இரண்டு பிணைப்பு மற்றம் இரண்டு எதிர்பிணைப்பு எலக்ட்ரான்கள் இருப்பதால் அதனை தவிர்த்துவிடலாம். படம் 1.9ல் N_2 மூலக்கூறுக்கான மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் வரைபடம் உள்ளது.



படம் 1.10 N_2-க்கான மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் ஆற்றல் மட்ட வரைபடம்

N_2 -ன் பிணைப்புத்தரம் பின்வருமாறு,

$$N_b = 8 \qquad N_a = 2$$

பிணைப்புத்தரம் $= \frac{N_b - N_a}{2} = \frac{8-2}{2} = 3.$

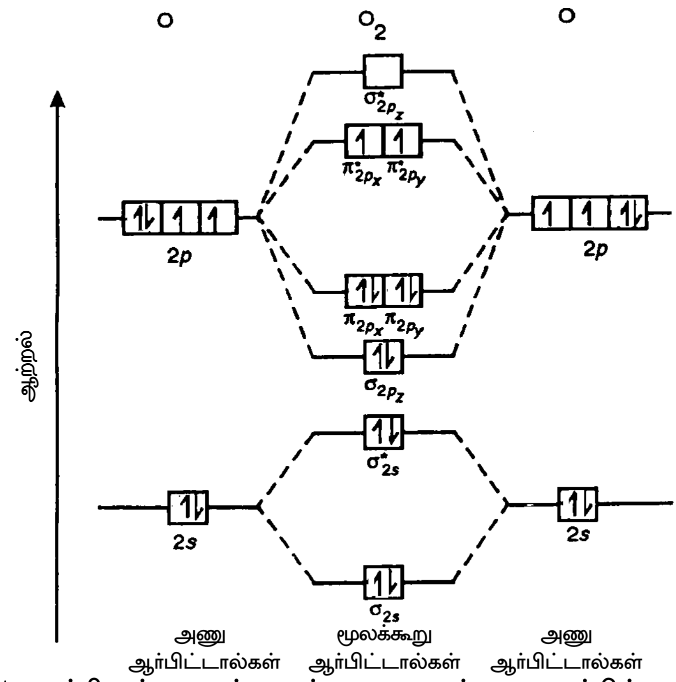
i) *பிணைப்பின் தன்மை:* பிணைப்புத்தரம் 3 என்பது N_2 மூலக்கூறில் முப்பிணைப்பு உள்ளதை குறிக்கிறது.

ii) *டையாகாந்தத்தன்மை* : நைட்ரஜன் மூலக்கூறில் உள்ள அனைத்து எலக்ட்ரான்களும் இணையாக இருப்பதால் மூலக்கூறு டையாகாந்தத் தன்மையுடையதாகும்.

4. ஆக்சிஜன் மூலக்கூறு, $\mathbf{O_2}$. ஆக்சிஜன் அணுவின் (Z = 8) எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2 2s^2 2p^4$ ஆகும். ஒவ்வொரு ஆக்சிஜன் அணுவும் 8 எலக்ட்ரான்களை பெற்றிருப்பதால், O_2 மூலக்கூறில் 16 எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. O_2 -வின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு பின்வருமாறு.

$$O_2 : KK(\sigma_{2s})^2(\sigma^*_{2s})^2(\sigma_{2p_z})^2(\pi_{2p_x})^2(\pi_{2p_y})^2(\pi^*_{2p_x})^1(\pi^*_{2p_y})^1$$

$(\sigma_{1s})^2(\sigma^*_{1s})^2$ ஆனது KK என்று சுருக்கமாக குறிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.11 ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுக்கான மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் ஆற்றல் மட்ட வரைபடம்

பிணைப்புத் தரம் $= \frac{N_b - N_a}{2} = \frac{8-4}{2} = 2.$

1.6 இனக்கலப்பு

இனக்கலப்பு என்பது ஏறக்குறைய சமமான ஆற்றல் கொண்ட அணுவின் ஆர்பிட்டால்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து சமமான ஆற்றலுடைய, ஒத்த வடிவமுடைய ஆர்பிட்டால்களை தருவதாகும். உருவாகும் சமமான புதிய ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள் எனப்படும். இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள் ஆதார ஆர்பிட்டால்களிலிருந்து முழுவதும் வேறுபட்ட பண்புகளை பெற்றிருக்கின்றன.

இனக்கலப்பு பற்றிய முக்கிய கருத்துக்கள்

i) இனக்கலப்பில் ஈடுபடும் ஆர்பிட்டால்கள் ஏறக்குறைய சம ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன.

ii) ஒரே அணுவின் ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்பில் ஈடுபடுகின்றன.

iii) உருவாகும் இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்களின் எண்ணிக்கையானது இனக்கலப்பில் ஈடுபடும் ஆர்பிட்டால்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாகும்.

iv) இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள் ஒரே வடிவமைப்பையும், ஆற்றலையும் பெற்றுள்ளன.

v) பிணைப்பு உருவாதலில் ஈடுபடும் இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால் ஓர் எலக்ட்ரானை மட்டுமே பெற்றுள்ளது.

vi) இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரான் விலக்குவிசை காரணமாக அவை அதிக தொலைவில் உள்ளன.

vii) அணு ஆர்பிட்டால்கள் நேரடியாக மேற்பொருந்துவதால் சிக்மா (σ) பிணைப்பு உருவாகிறது.

viii) அணு ஆர்பிட்டால்கள் பக்கவாட்டில் மேற்பொருந்துவதால் பை (π) பிணைப்பு உருவாகிறது.

1.6.1 ஒரு மூலக்கூறு அல்லது அயனியில் உள்ள இனக்கலப்பின் வகையை நிர்ணயித்தல் (அணைவு அயனிகளைத்தவிர)

படி 1 : கொடுக்கப்பட்ட மூலக்கூறு அல்லது அயனியில் உள்ள அணுக்களின் இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களைக் கூட்டவும்.

படி 2 : நேர்மின் அயனியாக இருந்தால், அயனியின் மின்சுமைக்கு சமமான எலக்ட்ரான்களை கழிக்கவும். எதிர்மின் அயனியாக இருந்தால், அயனியின் மின்சுமைக்கு சமமான எலக்ட்ரான்களைக் கூட்டவும்.

படி 3 : (i) படி-2ல் கிடைக்கும் தொகை 8-ஐ விட குறைவாக இருந்தால் 2-ஆல் வகுத்து அதன் ஈவு (Q) மற்றும் மீதி (R)-ன் கூட்டலை கண்டுபிடிக்கவும்.

(ii) படி-2ல் கிடைக்கும் தொகை 9க்கும் 56க்கும் இடையில் இருக்கும்போது 8-ஆல் வகுத்து முதல் ஈவு (Q_1) ஐ கண்டுபிடிக்கவும். மீதி (R_1) ஐ 2 ஆல் வகுத்து இரண்டாவது ஈவு (Q_2) ஐ காணவும். அனைத்து ஈவுகள் மற்றும் இறுதி மீதியான R_2 உட்பட அனைத்தையும் கூட்டவும்.

(i) அல்லது (ii) -ன் இறுதி முடிவு X எனக்கொள்வோம். X ன் மதிப்பிலிருந்து இனக்கலப்பின் வகை பின்வருமாறு:

X ன் மதிப்பு	2	3	4	5	6	7
இனக்கலப்பின் வகை	sp	sp^2	sp^3	sp^3d	sp^3d^2	sp^3d^3

சான்று

i) **$BeCl_2$**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $2 + 7 \times 2 = 16$

$$\frac{16}{8} = 2(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 2$$

$\therefore$ இனக்கலப்பு = **sp**

ii) **BF_3**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $3 + 7 \times 3 = 24$

$$\frac{24}{8} = 3(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 3$$

$\therefore$ இனக்கலப்பு = **sp^2**

iii) **NH_3**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = 5 + 3 = 8 ; $X = \frac{8}{2} = 4$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^3**

iv) **H_2O**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = 2 + 6 = 8 ; $X = \frac{8}{2} = 4$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^3**

v) **PCl_5**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $5 + 7 \times 5 = 40$

$$\frac{40}{8} = 5(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 5$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^3d**

vi) **SF_6**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $6 + 7 \times 6 = 48$

$$\frac{48}{8} = 6(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 6$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^3d^2**

vii) **IF_7**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $7 + 7 \times 7 = 56$

$$\frac{56}{8} = 7(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 7$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^3d^3**

viii) **NO_2^-** அயனி

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $5 + 2 \times 6 = 17$

மின்சுமை = -1. எனவே, மொத்த எலக்ட்ரான்கள் = 17 + 1 = 18

$$\frac{18}{8} = 2(Q_1) + 2(R_1) \quad ; \quad \frac{2}{2} = 1(Q_2) + 0(R_2) \quad ; \quad X = 2 + 1 + 0 = 3$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^2**

ix) **NO_3^- ion**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $5 + 3 \times 6 = 23$; மின்சுமை = -1

எனவே, மொத்த எலக்ட்ரான்கள் = 23 + 1 = 24

$$\frac{24}{8} = 3(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 3$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^2**

x) **CO_3^{2-}**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $4 + 3 \times 6 = 22$; மின்சுமை = -2

எனவே, மொத்த எலக்ட்ரான்கள் = 22 + 2 = 24

$$\frac{24}{8} = 3(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 3$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^2**

xi) **SO_4^{2-}**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $6 + 4 \times 6 = 30$; மின்சுமை = -2

எனவே, மொத்த எலக்ட்ரான்கள் = 30 + 2 = 32

$$\frac{32}{8} = 4(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 4$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^3**

xii) **ICl_4^-**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $7 + 7 \times 4 = 35$; மின்சுமை = -1

எனவே, மொத்த எலக்ட்ரான்கள் = 35 + 1 = 36

$$\frac{36}{8} = 4(Q_1) + 4(R_1) \quad ; \quad \frac{4}{2} = 2(Q_2) + 0(R_2) \quad ; \quad X = 4 + 2 + 0 = 6$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^3d^2**

xiii) **NH_4^+**

மொத்த இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் = $5 + 4 = 9$; மின்சுமை = +1

எனவே, மொத்த எலக்ட்ரான்கள் = 9 - 1 = 8

$$\frac{8}{2} = 4(Q_1) + 0(R_1) \quad ; \quad X = 4$$

∴ இனக்கலப்பு = **sp^3**

சில மூலக்கூறுகள் மற்றும் அயனிகளின் இனக்கலப்பு

இனக்கலப்பு	எடுத்துக்காட்டுகள்
sp	BeF_2, $BeCl_2$, C_2H_2, CO_2
sp^2	SO_2, BH_3, BF_3, NO_2^-, NO_3^-, CO_3^{2-}
sp^3	NH_3, H_2O, CH_4, CCl_4, $SiCl_4$, H_3O^+,NH_4^+, ClO_2^-, ClO_3^-, ClO_4^-, NF_3
sp^3d	PCl_5, ClF_3, SF_4, XeF_2
sp^3d^2	SF_6, XeF_4, $XeOF_4$, BrF_5
sp^3d^3	IF_7, XeF_6

1.7 மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட விசைகள்

அணுக்களுக்கிடைப்பட்ட கவர்ச்சி விசைகளின் காரணமாக அயனிப்பிணைப்பு, சகப்பிணைப்பு மற்றும் ஈதல் பிணைப்புகள் உருவாகின்றன. முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களை பெற்றுள்ள மந்த வாயுக்களின் அணுக்களுக்கிடையே நிகழும் ஈர்ப்புவிசையை வாண்டர்வால் (டச்சு இயற்பியலார், 1873) முதன்முதலாக விளக்கினார். இந்த விசைகள் முனைவுற்ற மற்றும் முனைவற்ற மூலக்கூறுகளில் உள்ளது. மூலக்கூறுகளுக்குகிடையே நிகழும் ஈர்ப்புவிசையின் காரணமாக மூலக்கூறுகள் நெருங்கி அமைந்துள்ளன. வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நிகழும் இத்தகைய ஈர்ப்புவிசையே மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட விசைகள் எனப்படுகிறது. இந்த விசைகளின் எண் மதிப்பானது திண்மங்களில் அதிகமாகவும், திண்மத்திலிருந்து திரவத்திற்கும், திரவத்திலிருந்து வாயு நிலைமைக்கும் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. வாயுக்கள் திரவமாக்குவதை மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட விசையின் மூலமாக வாண்டர்வால் விளக்கினார். இவ்விசைகள் தூய மின்கவர்ச்சித்தன்மையுடையதாகவும், இயற்பியல் தன்மையுடையதாகவும் உள்ளது.

ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு: மூலக்கூறின் சகப்பிணைப்பில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவிற்கும், அதிக எலக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் கொண்ட அணுவிற்கும் இடையே நிகழும் இருமுனை-இருமுனை கவர்ச்சி விசை காரணமாக ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு உருவாகிறது. ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு உருவாதற்கான முக்கிய காரணங்கள் பின்வருமாறு:

i) ஹைட்ரஜனுடன் பிணைந்துள்ள அணு அதிக எலக்ட்ரான் கவர் ஆற்றலை பெற்றிருக்கும்போது பிணைப்பு முனைவுடன் இருக்கும்.

ii) ஹைட்ரஜனுடன் பிணைந்துள்ள அணுவின் உருவளவு சிறியதாக இருக்கும்போது அது பிணைப்பு எலக்ட்ரான் இணையை தன்பால் ஈர்க்கும்.

ஹைட்ரஜனுடன் பிணைந்துள்ள அணுவின் உருவளவு பெரியதாகவும், குறைந்த எலக்ட்ரான் கவர் ஆற்றலையும் பெற்றிருந்தால் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு உருவாவது சாத்தியமாகாது. நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் மற்றும் புளூரின் ஆகியவை அதிக எலக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் மதிப்பையும், சிறிய உருவளவையும் பெற்றிருப்பதால் வலிமையான ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளைத் தருகிறது.

H- பிணைப்பின் வலிமை: இது வேதிப்பிணைப்பாக இல்லாமல் நிலை மின் விசையாக இருப்பதால் வலிமை குறைந்த பிணைப்பாகும். பிணைப்பின் வலிமையானது ஹைட்ரஜன் அணு பிணைந்துள்ள அணுவின் எலக்ட்ரான் கவர் ஆற்றலை பொருத்து அமைகிறது. எலக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் வரிசையானது $F > O > N$ உள்ளதால் H- பிணைப்பின் வரிசை H - F .... H > H-O.....H > H-N.....H ஆகும். H-பிணைப்புகள் சகப்பிணைப்பைவிட வலிமை குறைந்ததாகும்.

வெவ்வேறு பிணைப்புகளின் பிணைப்பு வலிமையின் வரிசையானது, சகபிணைப்பு > அயனி பிணைப்பு > ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு > இருமுனை-இருமுனை கவர்ச்சி விசை, வாண்டர்வால் மற்றும் லண்டன் விசைகள்.

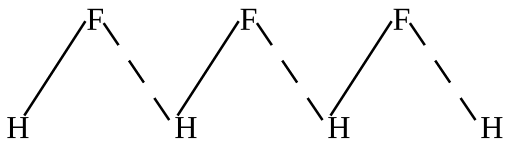
ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் வகைகள்

ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் இரண்டு வகைப்படும்.

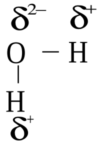
i) மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு : இவ்வகையான ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் ஒரே அல்லது வேறுப்பட்ட சேர்மங்களின் இரண்டு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே உருவாகிறது. மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பிணைப்பிற்கான சில எடுத்துக்காட்டுக்கள் பின்வருமாறு.

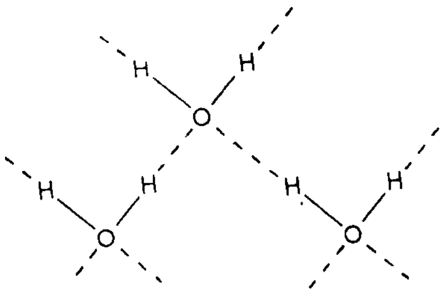
$\delta+ \quad \delta-$

1. ஹைட்ரஜன் புளூரைடு, **H - F.** திண்ம நிலையில், ஹைட்ரஜன் புளூரைடில் ஒழுங்கற்ற சங்கிலியாக மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பினால் இணைந்துள்ளன. இதனை படத்தின் மூலம் அறியலாம்.



ஆகவே HF என்பது (HF)n எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

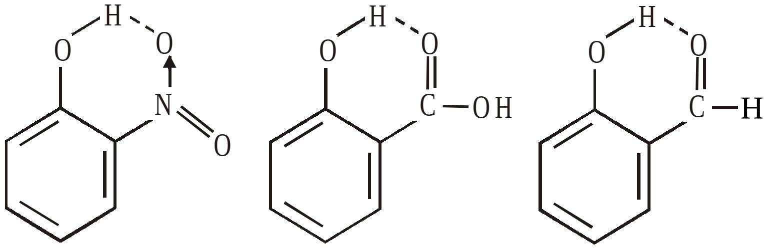
2. நீர்  . நீர் மூலக்கூறில், எலக்ட்ரான் கவர் ஆக்சிஜன் அணு இரண்டு முனைவு சகப்பிணைப்புகளை இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடன் உருவாக்குகிறது. ஆக்சிஜன் அணு அதிக எலக்ட்ரான் கவர் ஆற்றலை பெற்றிருப்பதால் பகுதி எதிர்மின்சுமையையும், இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் பகுதி நேர்மின்சுமையையும் பெற்றுள்ளன. எதிர்மின்சுமை பெற்றுள்ள ஆக்சிஜன் அணு அருகில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் இரு நேர்மின்சுமையுடைய ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை உருவாக்குகிறது. ஒவ்வொரு ஆக்சிஜன் அணுவும் நான்கு ஹைட்ரஜன்களுடன் நான்முகி அமைப்பை பின்வருமாறு உருவாக்குகிறது.



நீரில் உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் காரணமாக (H-O-H) ஹைட்ரஜன் பாலம் உருவாகி முப்பரிமாண அமைப்பில் $(H_2O)_n$ நீர்மூலக்கூறு அமைகின்றது.

ii) மூலக்கூறினுள் நிகழும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு : இவ்வகையான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பானது ஒரே மூலக்கூறில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவிற்கும், N, O அல்லது F அணுவிற்கும் இடையே உருவாகிறது. இவ்வகை H பிணைப்பு பொதுவாக கொடுக்கிணைப்பு என்றழைக்கப் படுகிறது. கரிம மூலக்கூறுகளில் இத்தகைய பிணைப்பு காணப்படுகிறது. ஐந்து அல்லது ஆறு அணுக்கள் கொண்ட வளையச் சேர்மங்களில்

இப்பிணைப்பு உருவாகிறது. மூலக்கூறினுள் நிகழும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் காரணமாக சேர்மத்தின் கொதிநிலை குறைகிறது. மேலும் நீரில் கரைதிறனும் குறைகிறது.



O-நைட்ரோபினால் சாலிசிலிக் அமிலம் சாலிசிலால்டிஹைடு

H-பிணைப்பின் முக்கியத்துவம்

i) மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட H-பிணைப்பு காரணமாக நீரானது திரவ நிலையில் உள்ளது. அவ்வாறு இல்லையெனில் உயிர் வாழ்வது முடியாமல் இருந்திருக்கும்.

ii) H-பிணைப்பானது மர இழைகளின் வலிமையை அதிகரிப்பதால் வீடுகட்ட தேவையான கட்டுமான பொருட்கள் போன்றவற்றிற்கு உதவுகிறது.

iii) பருத்தி, பட்டு மற்றும் செயற்கை இழைகளின் வலிமையை கூட்டுவதற்கும் H-பிணைப்பு உதவுகிறது.

iv) கார்போஹைட்ரேட்டுகள் மற்றும் புரோட்டீன் போன்ற நமது உணவுப்பொருள்களில் H-பிணைப்பு உள்ளது.

v) திசுக்கள், தோல், ரத்தம், எலும்புகள் மற்றும் ஏனைய உடல் பாகங்களிலும் H-பிணைப்பு காணப்படுகிறது.

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையை தேர்ந்தெடு

1. $En = -\frac{313.6}{n^2}$, Ei = –34.84 எனில் n-ன் மதிப்பு

a) 4 b) 3 c) 2 d) 1

2. எலக்ட்ரானின் ஈரியல்புத் தன்மையை விளக்கியவர்

a) போர் b) ஹெய்சன்பர்க் c) டி பிராக்ளே d) பாலி

3. டி-பிராக்ளே சமன்பாடு

a) $\lambda = \frac{mv}{h}$ b) $\lambda = hmv$ c) $\lambda = \frac{hv}{m}$ d) $\lambda = \frac{h}{mv}$

4. ஹைட்ரஜன் அணுவிற்கான போர் ஆரத்தின் மதிப்பு

a) 0.529×10^{-8} cm b) 0.529×10^{-10} cm
c) 0.529×10^{-6} cm d) 0.529×10^{-12} cm

5. கீழ்க்கண்ட எந்த துகள் ஒரே இயக்க ஆற்றலையும் அதிகப்பட்ச டி-பிராக்ளே அலைநீளத்தையும் பெற்றுள்ளது.

a) α-துகள் b) புரோட்டான் c) β-துகள் d) நியூட்ரான்

6. இரண்டாவது போர் சுற்றுவட்டப்பாதையில் ஹைட்ரஜன் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான் ஆற்றல் -E, எனில் முதல் போர் சுற்றுவட்டப்பாதையில் எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் என்ன?

a) 2E b) -4E c) -2E d) 4E

7. ஓர் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் En =

a) $-\frac{4\pi^2 me^4}{n^2h^2}$ b) $-\frac{2\pi^2 me^2}{n^2h^2}$ c) $-\frac{2\pi^2 me^4}{n^2h^2}$ d) $-\frac{2\pi\, me^4}{n^2h^2}$

8. ஆக்சிஜன் மூலக்கூறில் பிணைப்புத்தரம்

a) 2.5 b) 1 c) 3 d) 2

9. SF_6 மூலக்கூறில் உள்ள இனக்கலப்பு
a) sp^3 b) sp^3d^2 c) sp^3d d) sp^3d^3

10. மூலக்கூறில் நிகழும் H-பிணைப்பிற்கான சான்று
a) o-நைட்ரோபீனால் b) m-நைட்ரோபீனால்
c) p-நைட்ரோபீனால் d) இவற்றுள் ஏதுமில்லை

B. ஓரிரு வரிகளில் விடையளி

11. பொருண்மையின் ஈரியல்புத்தன்மை என்றால் என்ன?

12. ஹெய்சன்பர்க்கின் நிலையில்லா கொள்கையை எழுது.

13. எலக்ட்ரான் ஆற்றலின் எதிர்க்குறியின் முக்கியத்துவம் யாது?

14. ஆர்பிட்டாலை வரையறு.

15. மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் என்றால் என்ன?

16. He_2 ஏன் உருவாகவில்லை?

17. பிணைப்புத்தரம் என்றால் என்ன?

18. இனக்கலப்பை வரையறு.

C. விரிவாக விடையளி

19. டேவிசன் மற்றும் ஜெர்மரின் சோதனையை விளக்கு.

20. டி-பிராக்ளே சமன்பாட்டை வருவி. அதன் முக்கியத்துவம் யாது.

21. s, p மற்றும் d ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்களை விளக்குக.

22. மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கையை விளக்குக.

23. NO மூலக்கூறு உருவாவதை மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கையின்படி விளக்குக.

தொகுப்புரை

இந்த அலகில் பொருண்மையின் ஈரியல்பு தன்மை விளக்கப்பட்டது. டிபிராக்ளே சமன்பாடு வருவிக்கப்பட்டு அதன் முக்கியத்துவம் விளக்கப்பட்டது. ஹெய்சன்பர்க் நிலையில்லா கோட்பாடு.

மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கை மற்றும் அதன் பயன்பாடுகளை ஒருபடித்தான ஈரணு மற்றும் பலபடித்தான ஈரணு மூலக்கூறுகளுக்கு கூறப்பட்டுள்ளது. அணு ஆர்பிட்டால்களின் இனைக்கலப்பு மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

மேற்கோள் நூல்கள்

1) Theoretical principles of Inorganic Chemistry-G.S.Yanker, 9th Edn-1993.

2) Selected topics in Inorganic Chemistry - V.Mallik, G.D.Tuli and R.D.Madan, 6th Ed. - 2002.

3) Concise Inorganic Chemistry - J.D.Lec, 3rd Ed. - 1977 and 5th Ed. 2002.

2. ஆவர்த்தன அட்டவணை - II

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *ஆவர்த்தன பண்புகளான அணு/ அயனி ஆரம், அயனியாக்கும் ஆற்றல், எலக்ட்ரான் நாட்டம் மற்றும் எலக்ட்ரான் கவர்திறன் ஆகியவற்றை நினைவு கூர்தல்.*
- *வெவ்வேறு முறையில் அணு மற்றும் அயனி ஆரங்களை கணக்கிடும் முறையை கற்றல்.*
- *அயனியாக்கும் ஆற்றலை நிர்ணயிக்கும் முறைகளை அறிதல் I, II மற்றும் மற்றும் IIIஆம் அயனியாக்கும் ஆற்றலை வேறுபடுத்துதல்.*
- *அயனியாக்கும் ஆற்றலை பாதிக்கும் காரணிகளை சான்றுகளுடன் அறிதல்.*
- *எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை நிர்ணயிக்கும் முறைகள் மற்றும் அதனை பாதிக்கும் காரணிகளை புரிந்துகொள்ளுதல்.*
- *எலக்ட்ரான் கவர்திறனின் மதிப்புகளை அறியும் வெவ்றேு அளவீடுகளை எளிய தொடர்புகளுடன் புரிந்துகொள்ளுதல்.*

2.1 ஆவர்த்தன பண்புகளை நினைவு கூர்தல்

தனிமவரிசை அட்டவணையில் உள்ள தனிமங்களின் பண்புகள் குறிப்பிட்ட சீரான இடைவெளிக்குப் பிறகு மீண்டும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். இது ஆவர்த்தன பண்பு எனப்படும். தனிமங்களின் வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான்களின் அமைப்பு ஒரே மாதிரியாக இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். இத்தகைய சில பண்புகளை சுருக்கமாக நினைவு கூர்வோம்.

2.1.1 அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள்

அணு அல்லது அயனி ஆரம் என்பது ஓர் அணு அல்லது அயனியின் அணுக்கருவின் மையத்திற்கும், வெளிக்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையேயான தொலைவாகும்.

தனிம வரிசை அட்டவணையின் வரிசையில் இடப்பக்கத்திலிருந்து வலப்பக்கம் செல்லும்போது சாதாரண தனிமங்களின் அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள் சீராக குறைகிறது. உட்கருவின் மின்சுமை அதிகரிப்பதும், ஒரே முதன்மை ஆற்றல் மட்டத்தில் எலக்ட்ரான்கள் சேருவதும் இதற்குக் காரணமாகும். தொகுதியில் மேலிருந்து கீழிறங்கும்போது அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள் அணு எண் அதிகரிப்பதை பொருத்து உயருகிறது. சேர்க்கப்படும் எலக்ட்ரான்கள் புதிய ஆற்றல் மட்டத்தில் சேருவதால் உருவளவு அதிகரிக்கிறது. இவ்விளைவு உட்கரு மின்சுமை அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் விளைவை விட அதிகம்.

2.1.2 அயனியாக்கும் ஆற்றல்

வாயுநிலையிலுள்ள தனித்த அணுவிலுள்ள எளிதாக பிணைக்கப்பட்ட ஓர் எலக்ட்ரானை நீக்குவதற்கு தேவைப்படும் ஆற்றல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் எனப்படும்.

$$\text{அணு}_{(\text{வாயு})} \xrightarrow{\text{ஆற்றல்}} \text{நேர்மின் அயனி}_{(\text{வாயு})} + \text{எலக்ட்ரான்}$$

ஓர் அணுவின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் பின்வரும் காரணிகளை பொருத்ததாகும். அவை (i) அணுவின் உருவளவு (ii) அணுக்கருவின் மின்சுமை (iii) உள்கூட்டு எலக்ட்ரான்களின் மறைக்கும் தன்மை (iv) எலக்ட்ரான்களின் ஊடுருவும் தன்மை (v) பாதி நிரப்பப்பட்ட மற்றும் முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட உள் ஆற்றல் மட்டங்கள்.

ஒரு வரிசையில், அயனியாக்கும் ஆற்றலின் மதிப்புகள் இடப்பக்கத்திலிருந்து வலப்பக்கம் வரை சிறிது இடைவெளிகளுடன்

(நிலையான அமைப்பு உள்ளதால்) பொதுவாக அதிகரிக்கிறது. ஒரே தொகுதியில் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மேலிருந்து கீழ்பகுதி வரை குறைகிறது.

2.1.3 எலக்ட்ரான் நாட்டம்

வாயுநிலைமையிலுள்ள நடுநிலை அணுவுடன் ஓர் எலக்ட்ரானை சேர்த்து எதிர்மின்சுமையுடைய அயனியை உருவாக்கும்போது வெளியிடப்படும் ஆற்றலே எலக்ட்ரான் நாட்டம் எனப்படும்.

அணு$_{(வாயு)}$ + எலக்ட்ரான் $\longrightarrow$ எதிர்மின் அயனி$_{(வாயு)}$ +ஆற்றல்

பொதுவாக எலக்ட்ரான் நாட்டம் ஒரு வரிசையில் இடமிருந்து வலப்பக்கமாக செல்லும்போது அதிகரிக்கிறது. பொதுவாக எலக்ட்ரான் நாட்டம் ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழிறங்கும்போது குறைகிறது.

2.1.4 எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை

ஒரு மூலக்கூறில் ஓர் அணுவானது பிணைப்பிலுள்ள எலக்ட்ரான் இணையை தன்பால் ஈர்த்துக்கொள்ளும் பண்பே எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை எனப்படும்.

ஒரு வரிசையில் எலக்ட்ரான் கவர்ஆற்றல் இடமிருந்து வலப்பக்கமாக செல்லும்போது அதிகரிக்கிறது. வரிசையில் அணுக்கருவின் மின்சுமை அதிகரிக்கும்போது அணுஆரம் குறைவதே இதற்குக் காரணமாகும். ஒரு தொகுதியில் எலக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் மேலிருந்து கீழிறங்கும்போது குறைகிறது. அணு ஆரம் அதிகரிப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.

2.1.5 மாறுபட்ட ஆவர்த்தன பண்புகள்

தனிம வரிசை அட்டவணையின் வரிசையில் ஒருசில இடங்களில் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்பு உயருவது பாதி நிரம்பிய மற்றும் முழுவதும் நிரம்பிய ஆர்பிட்டால்கள் மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

2.2 அணு ஆரத்தை (சகபிணைப்பு ஆரத்தை) கணக்கிடல்

அணு ஆரம் என்பது அணுக்கருவின் மையத்திற்கும் எலக்ட்ரான் அடர்த்தி பூஜ்ஜியமாக உள்ள புள்ளிக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு ஆகும்.

a. ஒருபடித்தான இருஅணு மூலக்கூறுகள்

A_2 வகை (F_2, Cl_2, Br_2, I_2 ... போன்றவை) ஒரு படித்தான இரு அணு மூலக்கூறுகளுக்கு, பிணைப்பு நீளம், d(A-A) பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$d(A–A) \quad = \quad r(A) + r(A)$$

$$d(A–A) = 2 \times r(A)$$

$$r(A) = \frac{d(A\text{-}A)}{2}$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து, A_2 வகை ஒரு படித்தான இரு அணு மூலக்கூறுகளில், அணு A-யின் சகப்பிணைப்பு ஆரமானது r(A), அணுக்கருகளுக்கிடைப்பட்ட தொலைவில் பாதியாக இருக்கும் என்பது தெளிவாகிறது. எனவே, ஒருபடித்தான இரு அணு மூலக்கூறிலுள்ள ஒரு அணுவின் ஆரமானது அணுக்கருக்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவை இரண்டால் வகுக்கும்போது கிடைக்கிறது.

சான்று

1. **Cl_2** மூலக்கூறு

சோதனை மூலம் பெறப்பட்ட Cl–Cl பிணைப்பு நீளத்தின் மதிப்பு 1.98Å. எனவே,

$$r(Cl) = \frac{d(Cl-Cl)}{2} = \frac{1.98}{2} = 0.99\text{Å}$$

2. வைரம்

சோதனை மூலம் பெறப்பட்ட வெவ்வேறு நிறைவுற்ற ஹைட்ரோகார்பன்களில் உள்ள d(C–C) தொலைவின் மதிப்பு 1.54Å.

எனவே, $$r(C) = \frac{d(C-C)}{2} = \frac{1.54}{2} = 0.77\text{Å}$$

b. பலபடித்தான இரு அணு மூலக்கூறுகள்

ABவகை பலபடித்தான இரு அணு மூலக்கூறுகளில், பிணைப்பு நீளம் d(A-B) பின்வருமாறு, கணக்கிடப்படுகிறது.

$$d(A–B) = r(A) + r(B)$$

r(A) மற்றும் r(B) ஆகியவை A மற்றும் B அணுக்களின் சகப்பிணைப்பு ஆரங்களாகும்.

சான்று

1. **CCl_4** மூலக்கூறு

சோதனை மூலம் பெறப்பட்ட d(C–Cl) ன் மதிப்பு 1.76 Å

எனவே, $d(C\text{-}Cl) = r(C) + r(Cl)$

$r(C) = d(C\text{–}Cl) - r(Cl)$

$= 1.76 - r(Cl)$

எனவே, d(C-Cl) பிணைப்பு நீளத்திலிருந்து Cl அணுவின் சகப்பிணைப்பு ஆரத்தை கழித்தால் கார்பன் அணுவின் சகப்பிணைப்பு ஆரம் கிடைக்கிறது. இதேபோல் C அணுவின் சகப்பிணைப்பு ஆரம் தெரியும்போது Cl அணுவின் சகப்பிணைப்பு ஆரத்தை கணக்கிடலாம்.

2. SiC

சோதனை மூலம் பெறப்பட்ட d(Si-C) -ன் மதிப்பு 1.93 Å. எனவே,

$d(Si\text{-}C) = r(Si) + r(C)$

$r(Si) = d(Si\text{-}C) - r(C)$

$= 1.93 - r(C)$

$= 1.93 - 0.77 \quad [\because r(C) = 0.77\ \text{Å}]$

$= 1.16\ \text{Å}$

பொதுவான ஒருபடித்தான இரு அணு மூலக்கூறுகள் சிலவற்றின் சகபிணைப்பு பிணைப்பு நீளத்தின் சோதனை மதிப்புகள் பின்வருமாறு:

	மூலக்கூறு	பிணைப்பு	பிணைப்பு நீளம்**(Å)**
i)	H_2	H–H	0.74
ii)	F_2	F–F	1.44
iii)	Cl_2	Cl–Cl	1.98
iv)	Br_2	Br–Br	2.28
v)	$H_3C\text{–}CH_3$	C–C	1.54

2.2.1 அயனி ஆரங்கள் கணக்கிடல்

NaF, KCl, RbBr மற்றும் CsI ஆகிய நான்கு படிகங்களின் அணுக்கருக்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவின் அடிப்படையில் அயனி ஆரங்களை பாலிங் கணக்கிட்டார். ஒவ்வொரு அயனி படிகத்தில் உள்ள நேர்மின் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகள் மந்த வாயுக்களின் எலக்ட்ரான் எண்ணிக்கையுடன் சமமாக (isoelectronic) உள்ளன.

NaF படிகம்	:	Na^+	- 2, 8	Ne வகை அமைப்பு
		F^-	- 2, 8	
KCl படிகம்	:	K^+	- 2, 8, 8	Ar வகை அமைப்பு
		Cl^-	- 2, 8, 8	

மேலும், கீழ்க்கண்ட இரண்டு கூற்றுகளும் அயனி ஆரங்களை கணக்கிட பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

i) ஓர் அயனிப்படிகத்தில் உள்ள நேர்மின் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகள் ஒன்றையொன்று தொட்டு கொண்டிருக்குமாறு கருதும்போது அவற்றின் அயனி ஆரங்களின் கூடுதலானது அவற்றிற்கிடையேயான அணுக்கருக்களின் தொலைவிற்கு சமமாக இருக்கும்.

$$r(C^+) + r(A^-) = d\,(C^+\text{-}A^-) \qquad (1)$$

அதாவது,

$r(C^+)$ - நேர்மின் அயனியின் (C^+) ஆரம்

$r(A^-)$ - எதிர்மின் அயனியின் (A^-) ஆரம்

$d(C^+–A^-)$ - C^+A^- என்ற அயனிபடிகத்தில் உள்ள C^+ மற்றும் A^- அயனிகளின் அணுக்கருக்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு

ii) ஒரு மந்த வாயு எலக்ட்ரான் அமைப்பில், ஓர் அயனியின் ஆரமானது அதன் அணுக்கருவின் நிகர மின்சுமைக்கு எதிர்விகிதத்திலிருக்கும். அதாவது

$$r(C^+) \;\; \alpha \;\; \frac{1}{Z^*(C^+)} \qquad (2)$$

$$r(A^-) \;\; \alpha \;\; \frac{1}{Z^*(A^-)} \qquad (3)$$

$Z^*(C^+)$ மற்றும் $Z^*(A^-)$ ஆகியவை முறையே நேர்மின் (C^+) மற்றும் எதிர்மின் (A^-) அயனிகளின் நிகர மின்சுமைகளாகும்.

சமன்பாடுகள் (2) மற்றும் (3) ஆகியவற்றை இணைத்தால்

$$\frac{r(C^+)}{r(A^-)} = \frac{Z^*(A^-)}{Z^*(C^+)} \qquad (4)$$

$d(C^+-A^-)$, $Z^*(C^+)$ மற்றும் $Z^*(A^-)$ஆகிய மதிப்புகள் தெரியும்போது சமன்பாடுகள் (1) மற்றும் (4) ஐ பயன்படுத்தி $r(C^+)$ மற்றும் $r(A^-)$ மதிப்புகளை கணக்கிடலாம்.

ஸ்லேட்டர் **(Slater)** விதிகள்

மறைத்தல் மாறிலி (S) மற்றும் அணுக்கருவின் சீரான மின்சுமை (Z^*) ஆகியவற்றை ஸ்லேட்டர் விதிகள் மூலம் கணக்கிடலாம். இவ்விதிகளின்படி ஒரு கொடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரானுக்கு "S" மதிப்பு பின்வருமாறு கணக்கிடப்படுகிறது.

i) ஒரு தனிமத்தின் நிறைவான எலக்ட்ரான் அமைப்பை எழுத வேண்டும். பிறகு அணுவின் உள்பக்கத்திலிருந்து எலக்ட்ரான்களை அவற்றின் ஆர்பிட்டால் தொகுதிகளால் பகுக்க வேண்டும்.

(1s) : (2s, 2p) : (3s, 3p) : (3d) : (4s, 4p) :

(4d) : (4f) : (5s, 5p) : (6s, 6p) ....etc.

ii) S மதிப்பு கணக்கிடப்பட வேண்டிய எலக்ட்ரானை தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இதற்கு கீழே கொடுக்கப்பட்ட மதிப்புகளிலிருந்து மற்ற எலக்ட்ரான்களின் S மதிப்புகளை கூட்ட வேண்டும்.

	எலக்ட்ரானின் வகை	ஒவ்வொரு எலக்ட்ரான் வகைக்கும் உள்ள **S** மதிப்பு
i)	தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரானின் தொகுதிக்கு வெளியே உள்ள எலக்ட்ரான்கள்	0
ii)	தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரானின் தொகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள்	0.35 (அல்லது 1s எலக்ட்ரானுக்கு 0.30)
iii)	தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் உள்ள தொகுதிக்கு அடுத்த உள் கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள்	0.85
iv)	மற்ற உட்கூடுகளில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள்	1.00

நிகர அணுக்கரு மின்சுமையை **(Z*)** கணக்கிடுதல்

சான்று 1

பொட்டாசியம் அணுவிலுள்ள 4s எலக்ட்ரானுக்கான நிகர அணுக்கரு மின்சுமையைக் கணக்கிடு.

தீர்வு

பொட்டாசியம் அணுவின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

$$K_{19} = (1s^2)\ (2s^2\ 2p^6)\ (3s^2\ 3p^6)\ 4s^1$$

நிகர அணுக்கரு மின்சுமை $(Z^*) = Z - S$

Z^* = 19-[(0.85 × (n-1)th கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை)+ (1.00 × உள் கூட்டில் உள்ள மொத்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை)]

$= 19 - [0.85 \times (8) + (1.00 \times 10)]$

$Z^* = 2.20$

சான்று 2

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ எலக்ட்ரான் அமைப்பை கொண்ட அணுவில் உள்ள கடைசி எலக்ட்ரானுக்கான நிகர அணுக்கரு மின்சுமையை கணக்கிடு.

$Z = 17$

$Z^* = Z - S$

= 17 – [(0.35 × n வது கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை)
+ (0.85 × (n-1)வது கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை)
+ (1.00 × உள் கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை)]

$= 17 - [(0.35 \times 6) + (0.85 \times 8) + (1 \times 2)]$

$= 17 - 10.9 = 6.1$

அயனி ஆரங்களை கணக்கிடல்

சான்று

KCl படிகத்தில் உள்ள K^+ மற்றும் Cl^- அயனிகளின் அயனி ஆரங்களை கணக்கிடு. K^+ மற்றும் Cl^- அயனிகளின் அணுக்கருக்களுக்கு இடையேயான தொலைவு 3.14Å.

தீர்வு

$$r(K^+) + r(Cl^-) = d(K^+ - Cl^-) = 3.14\ Å \qquad (1)$$

K^+ மற்றும் Cl^- அயனிகள் Ar (Z=18) வகை எலக்ட்ரான் அமைப்பை கொண்டவை. எனவே, அவற்றிற்கான நிகர அணுக்கரு மின்சுமை பின்வருமாறு கணக்கிடப்படுகிறது.

$K^+ = (1s^2) \quad (2s^2\,2p^6) \quad (3s^2\,3p^6)$

உள் கூடு (n-1)வது கூடு n வது கூடு

$Z^*(K^+) = Z - S$

$= 19 - [(0.35 \times 7) + (0.85 \times 8) + (1 \times 2)]$

$= 19 - 11.25 = 7.75$

$Z^*(Cl^-) = 17 - [(0.35 \times 7) + (0.85 \times 8) + (1 \times 2)]$

$= 17 - 11.25 = 5.75$

$$\therefore \quad \frac{r(K^+)}{r(Cl^-)} = \frac{Z^*(Cl^-)}{Z^*(K^+)} = \frac{5.75}{7.75} = 0.74$$

$$\therefore \quad r(K^+) = 0.74\, r(Cl^-) \qquad (2)$$

சமன்பாடு (2) ஐ சமன்பாடு (1)-ல் பிரதியிட

$$0.74\, r(Cl^-) + r(Cl^-) = 3.14\ \text{Å} \qquad (3)$$

$$1.74\, r(Cl^-) = 3.14\ \text{Å}$$

$$r(Cl^-) = \frac{3.14\text{Å}}{1.74} = 1.81\text{Å}$$

சமன்பாடு (2) லிருந்து

$r(K^+) = 0.74\, r(Cl^-)$

$= 0.74 \times 1.81\ \text{Å}$

$= 1.33\ \text{Å}$

$r(K^+) = 1.33\ \text{Å}$

$r(Cl^-) = 1.81\ \text{Å}$

அயனியாக்கும் ஆற்றல்

வாயு நிலைமையிலுள்ள ஒரு தனித்த அணுவிலிருந்து ஓர் எலக்ட்ரானை நீக்குவதற்கு தேவைப்படும் ஆற்றல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் எனப்படும். இச்செயல்முறை பின்வருமாறு விளக்கப்பட்டுள்ளது.

$$M_{(g)} + \text{செலுத்தப்படும் ஆற்றல்} \xrightarrow{I_1} M^+_{(g)} + e^-$$

அயனியாக்கும் ஆற்றல் எலக்ட்ரான் வோல்ட் / அணு (eV/atom), கி.கலோரி/ மோல் (kcal/mole) அல்லது கி.ஜூல்/மோல் (kJ/mole) ஆகிய அலகுகளில் அளவிடப்படுகிறது.

அடுத்தடுத்த அயனியாக்கும் ஆற்றல்கள்

மேற்கண்ட முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலைத் தவிர இரண்டாம், மூன்றாம் போன்ற அயனியாக்கும் ஆற்றல்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. வாயு நிலைமையிலுள்ள நேர்மின் அயனியிலிருந்து $M^+_{(g)}$ மற்றொரு எலக்ட்ரானை நீக்கி $M^{2+}(g)$ அயனியை உருவாக்குவதற்கு தேவைப்படும் ஆற்றல் இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் (I_2) எனப்படும். அதாவது,

$$M^+_{(g)} + I_2 \rightarrow M^{2+}_{(g)} + e^-$$

இதேபோல், $M^{2+}_{(g)}$ நேர்மின் அயனியிலிருந்து மற்றொரு எலக்ட்ரானை நீக்கி $M^{3+}_{(g)}$ அயனியை பெறுவதற்கு தேவைப்படும ஆற்றல் மூன்றாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் (I_3) எனப்படும்.

$$M^{2+}_{(g)} + I_3 \rightarrow M^{3+}_{(g)} + e^-$$

இதேபோல் மற்ற உயர் அயனியாக்கும் ஆற்றல்களை வரையறுக்கலாம்.

ஒவ்வொரு அடுத்தடுத்த அயனியாக்கும் ஆற்றலும் முன்னர் உள்ள அயனியாக்கும் ஆற்றலைவிட அதிகமாக இருக்கும். ஏனெனில், அயனியில் உள்ள மொத்த நேர்மின் சுமைக்கு எதிராக எலக்ட்ரான் நீக்கப்படுகிறது.

அயனியாக்கும் ஆற்றலை நிர்ணயிக்கும் காரணிகள்

அயனியாக்கும் ஆற்றல் பின்வரும் காரணிகளைச் சார்ந்துள்ளது.

(a) அணு அல்லது அயனியின் உருவளவு: அயனியாக்கும் ஆற்றலானது அணுவின் உருவளவு உயருவதை பொருத்து குறைகிறது. அணுவின் உருவளவு அதிகமாக உள்ளபோது அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைவாக இருக்கும். சிறிய அணுக்களில் எலக்ட்ரான்கள் நெருங்கி அமைந்தும், பெரிய அணுக்களில் எலக்ட்ரான்கள் இடைவெளியுடன் அமைந்திருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். எனவே, பெரிய அணுக்களில் உள்ள எலக்ட்ரானை நீக்குவதற்கு சிறிய அணுவிற்கு தேவைப்படுவதைவிட குறைந்த ஆற்றலே தேவைப்படுகிறது. எனவே, பெரிய அணுக்கள் குறைந்த அயனியாக்கும் ஆற்றலையும், சிறிய அணுக்கள் அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றலையும் பெற்றுள்ளன.

சான்று 1

Be (அணு எண்.4)-ன் அயனியாக்கும் ஆற்றல் Li (அணு எண்.3) ஐ விட அதிகமாக இருக்கும். Be (Z=4) அணுக்கருவின் மின்சுமை Li(Z=3) விட அதிகமாகும். அணுக்கரு மின்சுமை அதிகமாக இருக்கும்போது, அணுக்கரு மற்றும் வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான ஈர்ப்பு விசை அதிகமாக இருக்கும். எனவே, Be-ன் அயனியாக்கும் ஆற்றலானது Li ஐ விட அதிகமாகும்.

சான்று 2

போரான் அணுவின் (Z=5) அணுக்கரு மின்சுமை பெரிலியத்தைவிட (Z = 4) அதிகமாக இருந்தாலும், Be ஆனது B-விட அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றலை (I_1) பெற்றுள்ளது. இதற்கான காரணம் பின்வருமாறு.

போரான் அணு (Z = 5; $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^0\ 2p_z^0$) ஓர் ஒற்றை எலக்ட்ரானை 2p-இணைக்கூட்டில் பெற்றுள்ளது. Be-அணு (Z = 4; $1s^2\ 2s^2$) 2s-இணைக்கூட்டில் ஓர் இணை எலக்ட்ரான்களை பெற்றுள்ளது. Be அணுவின் முழுவதும் நிரம்பியுள்ள 2s இணைக்கூடு சீர்மையுடன் உள்ளதால் B-அணுவைவிட அதிக நிலைப்புத்தன்மையுடையதாகும். எனவே, Be-அணுவிலிருந்து எலக்ட்ரானை நீக்குவதற்கு அதிக ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. எனவே, Be அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றலை உடையது.

சான்று 3

கார்பனின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் போரானைவிட அதிகமாகும்.

கார்பனின் (Z = 6; $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^0$) அணுக்கரு மின்சுமையானது போரானை (Z = 5; $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^0\ 2p_z^0$) விட அதிகமாகும். இரண்டிலும் 2p-இணைக்கூட்டிலுள்ள ஓர் எலக்ட்ரானை நீக்கவேண்டும். கார்பன் அதிக அணுக்கரு மின்சுமையை பெற்றிருப்பதால் வெளிக்கூட்டிலுள்ள 2p-எலக்ட்ரானை போரானைவிட அதிகமாக ஈர்க்கிறது. எனவே, கார்பனின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் போரானைவிட அதிகமாகும்.

(b) உட்கரு மின்சுமையின் எண் மதிப்பு **(Magnitude of Nuclear Charge)** : உட்கருவிலுள்ள புரோட்டான்களின் உட்கரு மின்சுமை அதிகமெனில் அயனியாக்கும் ஆற்றலும் அதிகம். அதிக அளவு உட்கருவின் மின்சுமையால், எலக்ட்ரான்கள் அதிக விசையுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, இவற்றை நீக்குவதற்கு அதிக அளவு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. சான்றாக மெக்னீசியத்தின் உட்கரு மின்சுமை (12 புரோட்டான்கள்) சோடியத்தைவிட (11 புரோட்டான்கள்) அதிகம். எனவே, மெக்னீசியத்தின்

அயனியாக்கும் ஆற்றல் சோடியத்தைவிட அதிகம். இதைப்போலவே ப்ளூரினின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் ஆக்ஸிஜனைவிட அதிகம். இதை பின்வருமாறு விளக்கலாம். (i) F ($z = 9\ 1s^2 2s^2 2p^2_x 2p^2_y 2p^1_z$) உட்கரு மின்சுமை ஆக்ஸிஜனைவிட($z = 8\ 1s^2 2s^2 2p^2_x 2p^1_y 2p^1_z$) அதிகம். இந்த இரண்டு தனிமங்களிலுமே எலக்ட்ரான் ஆனது அதே 2p-உட்கூட்டிலிருந்து நீக்கப்படுகிறது. ப்ளூரினின் உட்கரு மின்சுமை ஆக்ஸிஜனை விட அதிகமாக உள்ளதால், ஃப்ளூரின் வெளிவட்டத்தில் உள்ள 2p எலக்ட்ரான்களை அதிக அளவில் கவர்கிறது. எனவே ஃப்ளூரினின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் ஆக்ஸிஜனை விட அதிகம்.

(c) உள்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையின் விளைவு (மறைத்தல் விளைவு): வெளிக்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்மீது அணுக்கரு செலுத்தும் ஈர்ப்பு விசையானது உள்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் விலக்குவிசையின் காரணமாக ஓரளவு ஈடுசெய்யப்படுகிறது. எனவே, நீக்கப்பட வேண்டிய எலக்ட்ரானானது அணுக்கருவின் ஈர்ப்பு விசையிலிருந்து உள்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களால் மறைக்கப்படுகிறது. எனவே, இணைதிறன் கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான் அணுக்கருவினால் குறைந்த அளவே ஈர்க்கப்படுகிறது. எனவே, அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைகிறது. ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழிறங்கும்போது அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைவதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

(d) ஆர்பிட்டால் உருவளவின் விளைவு: ஆர்பிட்டாலின் உருவளவு அயனியாக்கும் ஆற்றலை பாதிக்கிறது. ஒரே இணைதிறன் உள்ள s எலக்ட்ரான் p,d மற்றும் f எலக்ட்ரான்களைவிட அணுக்கருவிற்கு அருகில் இருப்பதால், அயனியாக்கும் ஆற்றல் பின்வரும் வரிசையில் குறைகிறது.

$$s > p > d > f$$

அலுமினியத்தின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மெக்னிசியத்தைவிட குறைவாகும். Mg-ன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $[Ne]3s^2$ மற்றும் Al-ன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $[Ne]\ 3s^2\ 3p^1$ஆகும். எனவே, அலுமினியத்தில் ஒரு 3p எலக்ட்ரானையும், மெக்னீசியத்தில் ஒரு 3s எலக்ட்ரானையும் நீக்கவேண்டும். ஆனால், s எலக்ட்ரானைவிட p எலக்ட்ரானை எளிதில் நீக்கிவிடலாம். எனவே, அலுமினியத்தின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மெக்னீசியத்தைவிட குறைவாகும்.

(e) எலக்ட்ரான் அமைப்பினால் உருவாகும் விளைவு: மிகவும் நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றிருக்கும்போது அதிக

அயனியாக்கும் ஆற்றலை பெற்றிருக்கும். உயரிய வாயுக்கள் நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றிருப்பதால் அவை அதிகபட்ச அயனியாக்கும் ஆற்றலை உடையவையாகும்.

சான்று

Ne-ன் அயனியாக்கும் ஆற்றல் F-ஐவிட அதிகமாகும். இது பின்வருமாறு விளக்கப்படுகிறது.

Ne (Z = 10) அணுக்கரு மின்சுமை F (Z = 9)-ஐ விட அதிகமாகும். அணுக்கருவின் மின்சுமை அதிகரிக்கும்போது அணுக்கருவிற்கும், வெளிகூட்டு எலக்ட்ரானுக்கும் உள்ள ஈர்ப்புவிசை அதிகரிக்கும். எனவே, . Ne-ன் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் F-ஐ விட அதிகமாகும்.

எலக்ட்ரான் நாட்டம் அல்லது எலக்ட்ரான் கவர் என்தால்பி

வாயுநிலைமையிலுள்ள ஒரு நடுநிலை அணுவிற்கு ஓர் எலக்ட்ரானை சேர்த்து எதிர்மின்சுமையுடைய அயனியை உருவாக்கும்போது வெளிவிடப்படும் ஆற்றலே எலக்ட்ரான் நாட்டம் அல்லது எலக்ட்ரான் கவர் என்தால்பி எனப்படும்.

$$\text{அணு}_{(\text{வாயு})} + \text{எலக்ட்ரான்}_{(\text{வாயு})} \rightarrow \text{எதிர்மின் அயனி}_{(\text{வாயு})} + \text{ஆற்றல்}$$

எலக்ட்ரானை சேர்க்கும் செயல்முறையின்போது அதிக ஆற்றல் வெளிவிடப்பட்டால், எலக்ட்ரான் நாட்டம் அதிகமாக இருக்கும். எனவே, அயனியாக்கும் ஆற்றலானது ஓர் அணு நேர்மின் அயனியை ($M \rightarrow M^{+} + le^{-}$) உருவாக்குவதற்கான ஆற்றலையும், எலக்ட்ரான் நாட்டமானது ஓர் அணு எதிர்மின் அயனியை ($X + e^{-} \rightarrow X^{-}$) உருவாக்குவதற்கான ஆற்றலையும் அளவிடுகின்றன.

அடுத்தடுத்த எலக்ட்ரான் நாட்டங்கள்: ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எலக்ட்ரானை ஓர் அணுவில் சேர்க்கும்போது, அது இரண்டாம் எலக்ட்ரான் நாட்டம் எனப்படும். இதேபோல் உயர் எலக்ட்ரான் நாட்டமும் உள்ளது. அலோகங்களின் முதல் எலக்ட்ரான் நாட்டம் (வெப்பம் உமிழ்) நேர்குறியுடையது. ஆக்சைடு அல்லது சல்பைடு அயனி உருவாதலின் இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் எதிர்குறியுடையது (வெப்பம்கொள்). சான்றாக, ஆக்சைடு அல்லது சல்பைடு அயனிகள் உருவாதலின் மொத்த எலக்ட்ரான் நாட்டம் எதிர்குறியுடன் 640 மற்றும் 390 $kJ\ mol^{-1}$ மதிப்புகளை பெற்றுள்ளது.

$$X^{-}_{(g)} + e^{-} + \text{energy} \rightarrow X^{2-}_{(g)}$$

d^{10} s^2 எலக்ட்ரானை கொண்டுள்ள தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்புகள் எதிர்குறியை உடையவை. உயர் p-ஆர்பிட்டாலில் எலக்ட்ரான்கள் சேருவதே இதற்குக் காரணமாகும் (Zn = –87 kJ mol^{-1}, Cd = –56 kJ mol^{-1}).

17-ஆம் தொகுதி தனிமங்கள் அதிகபட்ச எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை பெற்றுள்ளன. ஓர் எலக்ட்ரானை சேர்ப்பதால் நிலையான உயரிய வாயு எலக்ட்ரான் அமைப்பை இத்தனிமங்கள் பெறுவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

எலக்ட்ரான் நாட்டம் kJ mol^{-1} என்ற அலகினால் குறிக்கப்படுகிறது.

தொகுதியில் எலக்ட்ரான் நாட்டத்தின் மாற்றம்

ஒரு தொகுதியில் கீழிறங்கும் போது அணுவின் உருவளவு அதிகரிக்கிறது. எனவே, எலக்ட்ரான் மீதான நிகர அணுக்கரு ஈர்ப்புவிசை குறைகிறது. இதன் காரணமாக, அணுவின் எலக்ட்ரானை சேர்த்துக்கொள்ளும் இயல்பு குறைகிறது. அதாவது, ஒரு தொகுதியில் எலக்ட்ரான் நாட்டம் கீழிறங்கும்போது குறைகிறது. ஹாலஜன்களில், எலக்ட்ரான் நாட்டமானது குளோரினிலிருந்து அயோடின் வரை குறைவது அவற்றின் அயனி ஆரங்கள் சீராக அதிகரிப்பதேயாகும்.

தொகுதியின் எலக்ட்ரான் நாட்டம் மதிப்பு கீழிறங்கும் போது குறைவதால் Cl-ன் எலக்ட்ரான் நாட்டமானது F-ஐ விட குறைவாக இருக்க வேண்டும். ஆனால், F (320 kJ mol^{-1}) எலக்ட்ரான் நாட்டமானது Cl (348 kJ mol^{-1})-ஐ விட குறைவாக உள்ளது. இதற்கு காரணம் F-ன் சிறிய உருவளவேயாகும். சேர்க்கப்படும் எலக்ட்ரான் அதிக எலக்ட்ரான் அடர்த்தியை தருவதால் எலக்ட்ரான்-எலக்ட்ரான் விலக்குவிசையை அதிகரிக்கிறது. இந்த எலக்ட்ரான்களுக்கிடையேயான விலக்குவிசையே குறைந்த எலக்ட்ரான் நாட்டத்திற்கு காரணமாகிறது.

உயரிய வாயுக்களின் எலக்ட்ரான் நாட்டமானது பூஜ்ஜியமாகும். இந்த அணுக்கள் இணைதிறன் கூட்டில் ns^2np^6 எலக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றிருப்பதால், மற்றொரு எலக்ட்ரானை சேர்ப்பது இயலாததாகும். எனவே, இவற்றின் எலக்ட்ரான் நாட்டம் பூஜ்ஜியாகும்.

Be மற்றும் N-ன் எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்புகள் பூஜ்ஜியத்திற்கு அருகில் உள்ளன. Be-ன் முழுவதும் நிரம்பிய 2s ஆர்பிட்டாலும், N-ன் பாதி நிரம்பிய p-ஆர்பிட்டாலும் கொடுக்கும் அதிக நிலைத்தன்மையே இதற்குக் காரணமாகும். நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றிருப்பதால், மற்றொரு எலக்ட்ரானை சேர்ப்பதற்கான சாத்தியக்கூறு மிகவும் குறைவாகும். எனவே, இவற்றின் எலக்ட்ரான் நாட்டம் பூஜ்ஜியமாகும்.

ஒரு வரிசையில் எலக்ட்ரான் நாட்டத்தின் மாற்றம்: ஒரு வரிசையில் அணுவின் உருவளவு குறைகிறது மற்றும் அணுக்கரு மின்சுமை அதிகரிக்கிறது. இந்த இரண்டு காரணிகளும் எலக்ட்ரான் மீதான அணுக்கருவின் ஈர்ப்புவிசையை அதிகரிக்கின்றன. இதன் காரணமாக, அணுவானது எலக்ட்ரானை ஈர்ப்பதற்கான சாத்தியக்கூறு அதிகமாகிறது. எனவே, ஒரு வரிசையில் இடமிருந்து வலமாக செல்லும்போது எலக்ட்ரான் நாட்டம் அதிகரிக்கிறது. எனவே, அலோகங்கள் அதிக எலக்ட்ரான் நாட்டத்தையும், உலோகங்கள் குறைந்த எலக்ட்ரான் நாட்டத்தையும் பெற்றுள்ளன.

அனைத்து உலோகங்களில் கோல்டு ($222.7\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$) அதிகபட்ச எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை பெற்றுள்ளது. இதற்கு காரணம் அதிக நிகர அணுக்கரு மின்சுமை மற்றும் அணுக்கருவை d மற்றும் f எலக்ட்ரான்கள் சரியாக மறைக்காமல் இருப்பதேயாகும்.

எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை பாதிக்கும் காரணிகள்

(1) அணுவின் உருவளவு

$$\text{எலக்ட்ரான் நாட்டம்} \propto \frac{1}{\text{[illegible]}}$$

அணுவின் உருவளவு குறைவாக உள்ள போது, எலக்ட்ரான் நாட்டத்தின் மதிப்பு அதிகமாக இருக்கும். அணுவின் உருவளவு அதிகரிக்கும் போது, நிகர அணுக்கரு மின்சுமை குறையும் அல்லது எலக்ட்ரான் சேர்ப்பதற்கான அணுக்கரு ஈர்ப்பு விசை குறையும். இதன்காரணமாக, அணுவுடன் எலக்ட்ரானை சேர்ப்பதற்கான சாத்தியக்கூறு குறையும். எனவே, எலக்ட்ரான் நாட்டம் $\propto$ நிகர அணுக்கரு மின்சுமை.

பொதுவாக, எலக்ட்ரான் நாட்டம், தொகுதியில் கீழிறங்கும்போது குறையும் மற்றும் வரிசையில் இடமிருந்து வலமாக செல்லும்போது அதிகரிக்கும். அணு உருவளவு தொகுதியில் கீழிறங்கும் போது அதிகரிக்கிறது மற்றும் வரிசையில் இடமிருந்து வலமாக செல்லும்போது குறைகிறது.

(2) மறைத்தல் விளைவு

$$\text{எலக்ட்ரான் நாட்டம்} \propto \frac{1}{\text{மறைத்தல் விளைவு}}$$

அணுக்கருவிற்கும் வெளிகூட்டிற்கும் இடையேயான எலக்ட்ரான் ஆற்றல் மட்டம் எலக்ட்ரான் சேர்க்கப்படுவதற்கான அணுக்கரு ஈர்ப்பு விசையை மறைக்கிறது. எனவே அதிக இடைநிலை ஆற்றல் மட்டம் இருந்தால் எலக்ட்ரான் நாட்டம் குறைகிறது.

(3) எலக்ட்ரான் அமைப்பு

தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை ஓரளவு பாதிக்கிறது. உயரிய வாயுக்களின் எலக்ட்ரான் நாட்டம் பூஜ்ஜியமாகும். இவை ns^2 np^6 அமைப்பை இணைதிறன் கூட்டில் பெற்றிருப்பதால், மேலும் எலக்ட்ரானை சேர்ப்பதற்கான வாய்ப்பு குறைவாகும்.

Be, Mg, மற்றும் Ca ஆகியவற்றின் எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்புகள் ஏறக்குறைய பூஜ்ஜியமாகும். இதற்கு காரணம் முழுவதும் பூர்த்தி செய்யப்பட்ட s-ஆர்பிட்டால்களேயாகும். எனவே ஓர் அணுவில் முழுவதும் அல்லது பாதியளவு நிரம்பிய ஆர்பிட்டால் இருந்தால் அதன் எலக்ட்ரான் நாட்டம் குறைவாக இருக்கும்.

சான்று 1

Be, Mg மற்றும் N ஆகியவை ஏறத்தாழ பூஜ்ஜிய எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை பெற்றுள்ளன. Be ($Z = 4$; $1s^2\ 2s^2$) மற்றும் Mg ($Z = 12$; $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$) ஆகிய இரண்டும் முழுவதும் நிரம்பிய s ஆர்பிட்டால்களை பெற்றுள்ளன. எனவே, சீர்மை காரணமாக முழுவதும் நிரம்பிய ஆர்பிட்டால்கள் நிலைப்புத் தன்மையை பெற்றுள்ளன. எனவே, இத்தனிமங்கள் எலக்ட்ரானை சேர்த்துக் கொள்வதற்கு குறைந்த சாத்தியத்தைப் பெற்றுள்ளன. Be, Mg ஆகியவை ஏறக்குறைய பூஜ்ஜிய எலக்ட்ரான் நாட்டத்தைப் பெற்றுள்ளன.

நைட்ரஜன் N ($Z = 7$; $1s^2\ 2s^2\ 2p^1_x\ 2p^1_y\ 2p^1_z$) பாதியளவே நிரம்பிய 2p உள்கூட்டைப் பெற்றுள்ளன. சீர்மை காரணமாக பாதியளவு நிரம்பிய ஆர்பிட்டால்கள் நிலைப்புத் தன்மையை பெற்றுள்ளன. (ஹீண்ட் விதி). எனவே நைட்ரஜனின் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை மிகமிகக் குறைவு. ஆகவே, நைட்ரஜன் ஏறத்தாழ பூஜ்ஜிய எலக்ட்ரான் நாட்டத்தைப் பெறப்பட்டுள்ளது.

சான்று 2

ஃப்ளூரினின் எலக்ட்ரான் நாட்டமானது குளோரினை விட குறைவாகும். எலக்ட்ரான் நாட்டம் ஒரு தொகுதியில் கீழிறங்கும் போது குறைகிறது. ஃப்ளூரினானது குளோரினை விட குறைந்த எலக்ட்ரான்

நாட்டத்தைப் பெற்றுள்ளது. F (0.71 Å) குறைந்த உருவளவுடன் இரண்டே எலக்ட்ரான் கூட்டினை பெற்றிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். ($_9F = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^{\ 2}\ 2p_y^{\ 2}\ 2p_z^{\ 1}$).

i) புளூரின் அணுவின் உருவளவு சிறியதாக இருப்பதால் 2p-துணைக்கூடு நெருக்கமாக உள்ளது. எனவே இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் விலக்கம் அடைகிறது. மேலும் சேர்க்கப்படும் எலக்ட்ரானை விலக்குகிறது. இந்த விலக்குவிசையே F-அணு எலக்ட்ரானை சேர்க்கும் சாத்தியம் குறைவதற்கு காரணமாகும்.

ii) புளூரின் அணு சிறிய உருவளவை பெற்றிருப்பதால் அணுக்கருவை சுற்றி அதிக எண்ணிக்கையில் எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இந்த எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவை மறைக்கின்றன. எனவே, நிகர அணுக்கரு மின்சுமை குறைகிறது. இதனால் சேர்க்கப்படும் எலக்ட்ரான் குறைந்த ஈர்ப்புவிசையை கொண்டுள்ளது. எனவே, எலக்ட்ரான்நாட்டம் குறைகிறது.

2.4 எலக்ட்ரான் கவர் திறனின் அளவீடுகள்

எலக்ட்ரான் கவர் திறன் அளவீடு ஓர் அடிப்படை ஆதாராமான அளவீடு ஆகும். அவை பிணைப்பு ஆற்றல், இருமுனை திருப்புத்திறன், அயனியாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் எலக்ட்ரான் நாட்டம் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் சில அளவீடுகள் பின்வருமாறு.

1. பாலிங் அளவீடு
2. முலிக்கன் அளவீடு
3. சாண்டர்சன் அளவீடு
4. ஆல்பிரட் மற்றும் ரோகோவ் அளவீடு

பாலிங் அளவீடு (1932)

இந்த அளவீடானது பிணைப்பின் ஆற்றலுக்கும், பிணைப்பில் உள்ள அணுக்களின் எலக்ட்ரான் கவர்திறனுக்கும் உள்ள தொடர்பை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும்.

மூலக்கூறு A-B-ல் உள்ள A மற்றும் B ஆகிய இரு வெவ்வேறு அணுக்களுக்கிடையேயான AB பிணைப்பைக் கருதுவோம். A-A, B-B மற்றும் A-B பிணைப்புகளின் பிணைப்பு ஆற்றல்கள் முறையே E_{A-A}, E_{B-B} மற்றும் E_{A-B} ஆகும். A-B பிணைப்பின் பிணைப்பு பிளவு ஆற்றலானது A-A மற்றும் B-B பிணைப்புகளின் பிணைப்பு பிளவு ஆற்றல்களின் பெருக்கல்

மதிப்பின் வர்க்கமூலத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். எனவே,

$$E_{A-B} > \sqrt{E_{A-A} \times E_{B-B}}$$

அவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாடு (Δ) A மற்றும் B-ன் எலக்ட்ரான் கவர்திறன்களின் வித்தியாசத்துடன் உள்ள தொடர்பை பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$$\Delta = E_{A-B} - \sqrt{E_{A-A} \times E_{B-B}}$$

$$= (X_B - X_A)^2$$

அல்லது

$$0.208\sqrt{\Delta} = X_B - X_A$$

X_A மற்றும் X_B ஆகியவை முறையே A மற்றும் B-ன் எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகளாகும். காரணி 0.208 ஆனது கிலோ கலோரியை எலக்ட்ரான் வோல்ட் அலகுக்கு மாற்றும்போது கிடைக்கிறது.

பாலிங் ஹைட்ரஜனின் எலக்ட்ரான் கவர்திறனை 2.1 என்று தோராயமாக எடுத்துக்கொண்டு மற்ற தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் கவர்திறனை இச்சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிட்டார்.

பாலிங் அளவீட்டின் குறைகள்

பல திண்ம தனிமங்களின் பிணைப்பு ஆற்றல்கள் துல்லியமாக தெரியாததால் பாலிங் அளவீட்டை அனைத்திற்கும் பயன்படுத்த இயலாது.

கணக்கு

கொடுக்கப்பட்ட தரவுகளிலிருந்து குளோரினின் எலக்ட்ரான் கவர்திறனை கணக்கிடு.

$E_{H-H} = 104$ கி கலோரி மோல்$^{-1}$; $E_{Cl-Cl} = 36$ கி கலோரி மோல்$^{-1}$

$E_{H-Cl} = 134$ கி கலோரி மோல்$^{-1}$

பாலிங் சமன்பாட்டின்படி

$$\Delta = E_{HCl} - \sqrt{E_{H-H} \times E_{Cl-Cl}}$$

$$\Delta = 134 - \sqrt{104 \times 36}$$

$$= 134 - 61.18 = 72.82$$

$$0.208\sqrt{\Delta} = X_{Cl} - X_H$$

$$\Rightarrow X_{Cl} - X_H = 0.208\sqrt{72.82}$$

$$= 1.77$$

$$X_{Cl} - 2.1 = 1.77 \quad [\because X_H = 2.1]$$

$$X_{Cl} = 1.77 + 2.1$$

$$= 3.87$$

2. முலிக்கன் அளவீடு

1934-ம் ஆண்டு முலிக்கன், ஓர் அணுவின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் எலக்ட்ரான் நாட்டம் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு எலக்ட்ரான் கவர் திறனுக்கான புதிய முறையை புகுத்தினார். இம்முறையில் எலக்ட்ரான் கவர் திறனானது எலக்ட்ரான் நாட்டம் மற்றும் அயனியாக்கும் ஆற்றல் ஆகியவற்றின் சராசரியாகும்.

$$\text{எலக்ட்ரான் கவர்திறன்} = \frac{I.E. + E.A}{2}$$

$$= \frac{\text{அயனியாக்கும் ஆற்றல் + எலக்ட்ரான் நாட்டம்}}{2}$$

முலிக்கன் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் எலக்ட்ரான் நாட்டம் ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் எலக்ட்ரான் வோல்ட் அலகில் அளவிட்டார். இம்மதிப்புகள் பாலிங் மதிப்பைவிட 2.8 மடங்கு அதிகமாக இருந்தது.

அயனியாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் எலக்ட்ரான் நாட்டம் ஆகியவை கி ஜூல் மோல்$^{-1}$ என்ற அலகில் அளவிடப்படுகின்றன. 1eV =96.48 கி ஜூல் மோல்$^{-1}$ஆகும்.

எனவே, பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட பாலிங் மதிப்புகள் பின்வருமாறு

$$\text{எலக்ட்ரான் கவர்திறன்} = \frac{I.E. + E.A}{2 \times 2.8 \times 96.48} = \frac{I.E. + E.A}{540}$$

இது ஒரு சாதாரண முறையாகும். வெவ்வேறு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளை கொண்ட ஒரே தனிமத்திற்கு வெவ்வேறு மதிப்புகளை பெறுவது இம்முறையின் சிறப்பாகும்.

குறைகள்

இம்முறை பாலிங் முறையைவிட மேன்மையாக இருந்தாலும் சில தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்புக்கள் சரியாக இல்லாமால் இருப்பது இம்முறையின் குறையாகும்.

கணக்கு

ஃப்ளூரின் மற்றும் குளோரினின் எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகளை முலிக்கன் அளவீட்டில் கணக்கிடு.

F-ன் அயனியாக்கும் ஆற்றல் = 17.4 eV/atom F-ன் எலக்ட்ரான் நாட்டம் = 3.62 ev/அணு, Cl-ன் அயனியாக்கும் ஆற்றல் = 13.0 ev/அணு Cl-ன் எலக்ட்ரான் நாட்டம் = 4.0 ev.

புளூரினின் எலக்ட்ரான் கவர்திறன் $= \frac{(IP)_F + (EA)_F}{2 \times 2.8}$

$$= \frac{17.4 + 3.62}{5.6} = \frac{21.02}{5.6} = 3.75$$

குளோரினின் எலக்ட்ரான் கவர்திறன் $= \frac{(IP)_{Cl} + (EA)_{Cl}}{2 \times 2.8}$

$$= \frac{13.0 + 4.0}{5.6} = \frac{17}{5.6} = 3.03$$

எலக்ட்ரான் கவர்திறனின் பயன்கள்

1) பிணைப்பின் தன்மை

எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகளிலிருந்து பிணைப்பில் உள்ள ஒரே அல்லது வேறுபட்ட அணுக்களுக்கிடையேயான பிணைப்பானது முனைவற்ற சகப்பிணைப்பா, முனைவுற்ற சகப்பிணைப்பா அல்லது அயனிப் பிணைப்பா என்பதை அறியலாம்.

i) $X_A = X_B$ ஆக உள்ளபோது, $X_A - X_B = 0$. எனவே, A-B பிணைப்பானது முனைவற்ற சகபிணைப்பு ஆகும். (எ-கா) H_2 மூலக்கூறில் உள்ள H-H பிணைப்பு சகப்பிணைப்பு மற்றும் H-H என்று குறிக்கப்படுகிறது.

ii) $X_A > X_B$, ஆக உள்ளபோது $X_A - X_B$ ஆனது குறைவானது. எனவே A-B பிணைப்பானது முனைவு சகபிணைப்பு ஆகும். இது $A^{\delta-}$-$B^{\delta+}$ என குறிக்கப்படுகிறது. (எ.கா) நீர் (H_2O) மூலக்கூறில் உள்ள O-H

பிணைப்புகள் முனைவு சகப்பிணைப்பு ஆகும். $X_O > X_H$ மற்றும் X_O - X_H குறைவாக இருப்பதால் $O^{\delta-}$-$H^{\delta+}$ என குறிக்கப்படுகிறது.

iii) $X_A >> X_B$ ஆக உள்ள போது $X_A - X_B$ மிகவும் அதிகமாகும். A-B பிணைப்பானது அயனி அல்லது முனைவு பிணைப்பு எனப்படும். A^--B^+, என குறிக்கப்படுகிறது. Na-Cl மூலக்கூறில் உள்ள Na^+Cl^- பிணைப்பு அயனி பிணைப்பாகும். எனவே, Na^+Cl^- என குறிக்கப்படுகிறது. (Cl = A, Na = B ஆகும்).

2. முனைவு சகபிணைப்பின் சதவீத அயனித்தன்மை

பாலிங் $(X_A$-$X_B)$ மதிப்புக்களிலிருந்து $A^{\delta-}$-$B^{\delta+}$ வெவ்வேறு முனைவு சகப்பிணைப்புகளின் சதவீத அயனித் தன்மையை நிர்ணயித்தார். இம்மதிப்புகளிலிருந்து கீழ்க்கண்ட முடிவுகளை வருவித்தார்.

(i) $(X_A$-$X_B) = 1.7$, ஆக உள்ளபோது $A^{\delta-}$-$B^{\delta+}$ பிணைப்பின் சதவீத அயனித்தன்மை 50% மற்றும் சகபிணைப்புத்தன்மை 50% அயனியத்தன்மையை உடையது. எனவே A-B பிணைப்பு 50% அயனித்தன்மையையும், 50% சகபிணைப்புத் தன்மையையும் உடையதாகும்.

(ii) $(X_A$-$X_B) < 1.7$ ஆக உள்ளபோது $A^{\delta-}$-$B^{\delta+}$ பிணைப்பின் சதவீத அயனித்தன்மை 50% விட குறைவு. சகபிணைப்புத்தன்மை 50% விட அதிகமாகும். எனவே $A^{\delta-}$-$B^{\delta+}$ பிணைப்பு முழுவதும் சகபிணைப்புத்தன்மையுடன் A-B என குறிக்கப்படுகிறது.

(iii) $(X_A$-$X_B) > 1.7$ ஆக உள்ளபோது $A^{\delta-}$-$B^{\delta+}$ பிணைப்பின் அயனித்தன்மை 50% விட அதிகமாகவும் சகப்பிணைப்புத்தன்மை 50% விட குறைவாக இருக்கும். எனவே $A^{\delta-}$-$B^{\delta+}$ பிணைப்பானது முழுவதும் அயனித்தன்மையுடன் A^-B^+ என குறிக்கப்படுகிறது.

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையை தேர்வு செய்க.

1. நிறைவுற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்களில் சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட C-C மதிப்பு

   a) 1.34Å b) 1.36Å c) 1.54Å d) 1.56Å

2. தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும்போது அயனியின் ஆரம்

   a) குறைகிறது b) அதிகரிக்கிறது
   c) எந்தவித மாற்றமுமில்லை d) இவற்றில் எதுவுமில்லை

3. நிகர அணுக்கருச் சுமையை பின்வரும் வாய்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

   a) $Z^* = Z-S$ b) $Z^* = Z + S$ c) $Z^* = S - Z$ d) $Z = Z^* - S$

4. சரியான கூற்றை தேர்ந்தெடு

   a) போரானை விட கார்பனின் அணுக்கரு மின்சுமை அதிகம்
   b) போரானை விட கார்பனின் உருவ அளவு பெரிது
   c) கார்பன் எலக்ட்ரான் குறை சேர்மங்களை உருவாக்குகிறது
   d) கார்பன் அயனிச் சேர்மங்களை உண்டாக்கும்

5. :ப்ளூரினின் அயனியாக்கும் ஆற்றலை கார்பனுடன் ஒப்பிட்டால் ஃப்ளூரின்

   a) அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றல் கொண்டுள்ளது
   b) குறைந்த அயனியாக்கும் ஆற்றல் கொண்டுள்ளது
   c) அதே அளவு அயனியாக்கும் ஆற்றல் கொண்டுள்ளது
   d) இவற்றில் எதுவுமில்லை

6. கீழே உள்ளவற்றில் எவை அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது.

   a) கார உலோகங்கள் b) காரமண் உலோகங்கள்
   c) ஹேலஜன்கள் c) உயரிய வாயுக்கள்

7. அணுவின் எலக்ட்ரான் நாட்டம்

   a) உருவ அளவுடன் நேர்விகிதத் தொடர்புடையது
   b) உருவ அளவுடன் எதிர்விகிதத் தொடர்புடையது

c) உருவ அளவைப் பொறுத்தது அல்ல

d) இவற்றில் எதுவுமில்லை

8. பின்வருவனவற்றில் எது அதிக எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை கொண்டுள்ளது.

a) ஃப்ளூரின் b) குளோரின் c) புரோமின் d) அயோடின்

9. பிணைப்பு ஆற்றல் மற்றும் இணைந்துள்ள அணுக்களின் எலக்ட்ரான் கவர் திறன் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்ட அளவீடு எது?

a) பாலிங் அளவீடு b) முலிகன் அளவீடு

c) சான்டர்சன் அளவீடு d) ஆல்பிரடு மற்றும் ரோசௌ அளவீடு

10. எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையின் அலகு யாது?

a) கிலோ ஜூல் b) ஜூல் c) கி ஜூல் மோல் d) கி ஜூல் மோல்$^{-1}$

11. Cl_2 மூலக்கூறின் பிணைப்பு நீளம்

a) 0.74 b) 1.44 c) 1.98 d) 2.28

12. அயனியாக்கும் ஆற்றலின் வரிசை

a) $s < p < d < f$ b) $s>p>d>f$ c) $s>d>p>f$ d) $s<d<p<f$

13. இடம் வலமாக, எலக்ட்ரான் நாட்டம்

a) குறைகிறது b) அதிகரிக்கிறது

c) குறைந்து பின் அதிகரிக்கிறது d) அதிகரித்து பின் குறைகிறது

14. உயரிய வாயுக்கள்______எலக்ட்ரான் நாட்டத்தைப் பெற்றுள்ளன

a) அதிகம் b) குறைவு c) பூஜ்ஜியம் d) மிகக்குறைவு

15. $X_A >> X_B$ எனில் A-B பிணைப்பு

a) முனைவு சகப்பிணைப்பு b) முனைவற்ற சகப்பிணைப்பு

c) அயனிப் பிணைப்பு d) உலோகப் பிணைப்பு

B. ஓரிரு வாக்கியங்களில் விடை தருக.

16. பின்வருவனவற்றை அவற்றின் உருவளவு அதிகரிக்கும் வரிசையில் எழுதுக.

a) O^{2-}, F^{-}, Mg^{2+}, Na^{+}

b) F, F^{-}

c) N, O

d) Fe^{2+}, Fe, Fe^{3+}

e) Na^{+}, Cl^{-}, Na, Cl

f) I, I^{+}, I^{-}

17. பின்வரும் தனிமங்களை அவற்றின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலின் ஏறுவரிசையில் எழுதி, அதற்கான காரணத்தை விளக்குக.

a) Li, Be, B b) N, O, F c) C, N, O, F

18. கீழ்க்கண்ட தனிமங்களில் எது அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றலை உடையது.

Na, Cl, Si மற்றும் Ar.

19. கீழ்க்கண்ட இணைகளில் உள்ள தனிமங்களில் அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றலை பெற்றது எது? ஏன்?

a) Mg மற்றும் Al b) B மற்றும் Al c) Al மற்றும் Si

20. பின்வரும் இணைகளில் எது அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றலை உடையது. காரணம் கூறு.

a) K (அ) Ca b) Be (அ) B c) I (அ) Ba

d) F (அ) Cl e) N (அ) O

21. பின்வரும் தனிமத் தொகுதிகளில் எந்தத் தனிமம் மிகக்குறைந்த அயனியாக்கும் ஆற்றலை பெற்றுள்ளது? உம்விடைக்குக் காரணங்களைக் கூறுக.

a) Ca (அ) Be b) Ca (அ) K c) Cl (அ) I d) Be (அ) C

22. கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு விடையளி.

a) எந்த தனிமம் அதிக நேர்குறி எலக்ட்ரான் நாட்டம் மதிப்பை உயைடது.

b) எந்த தனிமம் குறைந்த எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புடையது.

23. பாலிங் அளவீடு, முலிகன் அளவீட்டின் குறைகளை எழுதுக.

24. ஃப்ளூரினின் எலக்ட்ரான் நாட்டம் குளோரினை விட குறைவு ஏன்?

C. 60 சொற்களுக்கு மிகாமல் விடையளி

25. சகபிணைப்பு நீளம் கொண்டு அணு ஆரங்களை எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்?

26. பாலிங் முறையில் அணு ஆரத்தை கணக்கிடும் முறையை விளக்குக.

27. தொகுதி மற்றும் வரிசையில் அயனியாக்கும் ஆற்றலின் மாறுபாட்டை எழுதுக.

28. எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை பாதிக்கும் பல்வேறு காரணிகளை விளக்குக.

29. எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை மதிப்பைக் கொண்டு அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள பிணைப்பை எவ்வாறு கண்டறிவாய்?

தொகுப்புரை

தனிமங்களின் ஆவர்த்தன பண்புகள் சுருக்கமாக நினைவு கூறப்பட்டது. மூலக்கூறுகளின் அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள் எளிய உதாரணங்களுடன் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. அயனியாக்கும் ஆற்றலை பாதிக்கும் காரணிகள் சான்றுகளுடன் விளக்கப்பட்டுள்ளன. எலக்ட்ரான் நாட்டத்தை பாதிக்கும் காரணிகளும் சுருக்கமாக விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன. எலக்ட்ரான் கவர் திறன் மதிப்புகளை அளவிடும் வெவ்றேு அளவீடுகள் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளன.

மேற்கோள் நூல்கள்

1) Concise Inorganic Chemistry, J.D. Lee, 3rd Edition, 1977.

2) Selected Topics in Inorganic Chemistry, Wakid V.Malik, G.D.Tuli, R.D.Madan 7th edition, 2001.

3. *p* - தொகுதி தனிமங்கள்

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *13, 14, 15, 16, 17 மற்றும் 18 வது தொகுதிகளின் சீரான மாற்றங்களைப் புரிந்து கொள்ளுதல்.*
- *பொட்டாஷ் படிகாரம் தயாரித்தல், பண்புகள் மற்றும் பயன்களைப் புரிந்து கொள்ளுதல்.*
- *சிலிகோன்களைப் பற்றி தெரிந்து கொள்ளுதல்.*
- *லெட் பிரித்தெடுத்தல், அதன் பண்புகள் மற்றும் பயன்களையும் புரிந்து கொள்ளுதல்.*
- *பாஸ்பரஸின் ஹாலைடுகள், ஆக்ஸைடுகள், ஆக்ஸி அமிலங்கள் மற்றும் ஹைட்ரைடுகள் ஆகியவற்றின் தயாரித்தல், பண்புகள், பயன்கள் மற்றும் அமைப்புகளையும் புரிந்து கொள்ளுதல்.*
- *ஃபுளுரினின் தனித்த பண்புகளை நினைவு கூறல்.*
- *ஹேலஜன் உள் இடைச் சேர்மங்கள் பற்றி புரிந்து கொள்ளுதல்.*
- *அரிய வாயுக்களைப் பிரித்தெடுத்தல் முறையை தெரிந்து கொள்ளுதல்.*
- *செனான் சேர்மங்களைத் தயாரித்தல், பண்புகள் மற்றும் அமைப்புகளை நினைவு கூறல்.*
- *அரிய வாயுக்களின் பயன்களைத் தெரிந்து கொள்ளுதல்.*

தனிம வரிசை அட்டவணை

ns^2np^{1-5}

	13	14	15	16	17	18	
						He	①
d	B	C	N	O	F	Ne	②
12	Al	Si	P	S	Cl	Ar	③
	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	④
	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	⑤
	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	⑥
							⑦
	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6	

13 ⟶ போரான் தொகுதி
14 ⟶ கார்பன் தொகுதி
15 ⟶ நைட்ரஜன் தொகுதி
16 ⟶ ஆக்ஸிஜன் தொகுதி
17 ⟶ ஹாலஜன் குடும்பம்
18 ⟶ உயரிய வாயுக்கள்

p-தொகுதி தனிமங்களும், s-தொகுதி தனிமங்களும் முக்கிய தொகுதி தனிமங்கள் அல்லது பிரதிநிதித்துவ தனிமங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை மொத்தம் 44 தனிமங்கள். தனிம வரிசை அட்டவணையில் அரிய வாயுக்களையும் சேர்த்து 13-18 தொகுதிகளில் உள்ள தனிமங்கள் p–தொகுதி தனிமங்கள். p-தொகுதி தனிமங்கள் இயற்கை நிகழ்வுகளில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன. ஆகாய விமானத்தில் அலுமினியத்தின் பங்கு மிக அதிகம். மேலும இது கடத்தியாகவும் செயல்படுகிறது. அனைத்து கரிமச்

சேர்மங்களுக்கும் முதுகெலும்பாக இருப்பது கார்பன் ஆகும். சிலிகான் சிப்கள் (Silicon chips) கணினியில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. உயிரினங்களுக்கு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தனிமம் நைட்ரஜன் ஆகும். மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜன் திசுக்களில் எரிதலுக்கு துணை போகிறது.

p-தொகுதி தனிமங்களின் பொதுப் பண்புகள்

1. p-தொகுதி தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு $ns^2\ np^{1-6}$.

2. p-தொகுதியில் சில உலோகப் போலிகளுடன் சேர்ந்து உலோகங்களும், அலோகங்களும் உள்ளன.

3. பெரும்பாலும் இவை சகப்பிணைப்புச் சேர்மங்களை உண்டாக்குகின்றன.

4. இவை பொதுவாக அதிக அளவு அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. அயனியாக்கும் ஆற்றலின் மதிப்பு வரிசையில் அதிகரித்தும், தொகுதியில் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன.

5. பெரும்பான்மையான தனிமங்கள் எதிர் (சில உலோகங்கள் தவிர) மற்றும் நேர் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றுள்ளன. (ஃபுளூரின் தவிர)

6. p-தொகுதி தனிமங்களுக்கே உரித்தான ஒரு பண்பு மந்த இணை விளைவு. அதாவது s-ஆர்பிட்டாலில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் வேதிப்பிணைப்பிற்கு உட்படாமல் p-ஆர்பிட்டாலில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் மட்டும் வேதிப் பிணைப்பிற்கு உட்படுவதாகும். தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக செல்லும் போது அணு எண் அதிகரிப்பிற்கு ஏற்றவாறு மந்த இணை விளைவு அதிகரிக்கிறது.

தொகுதி 13-ன் தனிமங்கள் - போரான் குடும்பம்

போரான், அலுமினியம், காலியம், இண்டியம் மற்றும் தாலியம் போன்ற தனிமங்கள் தொகுதி 13(IIIA) -ல் உள்ளன.

- போரான் ஓர் அரிதான தனிமம். புவியின் மேற்பரப்பில் அதன் நிறையில் 0.001% போரான் உள்ளது.
- 13-வது தொகுதியில் மிக முக்கியமான தனிமம் அலுமினியம்.
- காலியம் மிகக் குறைந்த உருகுநிலையை (29.7°C) உடையதால் அறை வெப்பநிலையில் நீர்மமாக உள்ளது. காலியம் ஆர்சினைடு தயாரிக்க காலியம் பயன்படுகிறது.

- இண்டியமும் குறை மின் கடத்தி சாதனங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இவை வானொலியிலும், மின்தடை வெப்பநிலை-மானிகளிலும் (thermisters) பயன்படுகின்றன.
- தாலியம் மிக நச்சுத் தன்மை உடையதால் வர்த்தக ரீதியில் பயன்படுவதில்லை.

3.1 பொதுப் பண்புகள் (General Trends)

எலக்ட்ரான் அமைப்பு: இந்த தொகுதியில் உள்ள தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு $ns^2\ np^1$.

அட்டவணை **3.1** 13-வது தொகுதி தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

தனிமம்	அணு எண்	எலக்ட்ரான் அமைப்பு	தொகுதி எண்	வரிசை எண்
போரான்	5	$[He]\ 2s^2\ 2p^1$	13	2
அலுமினியம்	13	$[Ne]\ 3s^2\ 3p^1$	13	3
காலியம்	31	$[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1$	13	4
இண்டியம்	49	$[Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^1$	13	5
தாலியம்	81	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^1$	13	6

3.1.1 பொட்டாஷ் படிகாரம் $K_2\ SO_4.\ Al_2\ (SO_4)_3.\ 24\ H_2O$ தயாரித்தல்

பொட்டாஷ் படிகாரம் அலுநைட் (alunite) அல்லது படிகாரக் கல் (alum stone) -லிருந்து பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

அலுநைட்டிலிருந்து தயாரித்தல்: அலுநைட் அல்லது படிகாரக் கல் $K_2SO_4.\ Al_2(SO_4)_3.\ 4Al(OH)_3$ ஆகும். இது நன்கு தூளாக்கப்பட்டு நீர்த்த சல்ஃபியூரிக் அமிலத்துடன் சேர்த்து கொதிக்க வைக்கப்படுகிறது. அப்பொழுது அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு பகுதி அலுமினியம் சல்பேட்டாக மாறுகிறது. இதனுடன் கணக்கிடப்பட்ட அளவு பொட்டாசியம் சல்பேட்டை சேர்த்து படிகாரம் படிகமாக்கப்படுகிறது.

பண்புகள்

1. பொட்டாஷ் படிகாரம் வெண்ணிற படிக வடிவத் திண்மம்.

2. இது நீரில் கரையும். ஆனால் ஆல்கஹாலில் கரையாது.

3. $Al_2 (SO_4)_3$ -ன் நீராற்பகுப்பு தன்மையால் இதன் நீர்க்கரைசல் அமிலத் தன்மை உடையது.

4. 365K வெப்பநிலைக்கு சூடுபடுத்தும் பொழுது இது உருகுகிறது. மேலும் வெப்பப்படுத்தினால் அனைத்து நீர் மூலக்கூறுகளையும் இழந்து உருவத்தில் பெரிதாகிறது. இது எரிக்கப்பட்ட படிகாரம் (**burnt alum**) எனப்படுகிறது.

பயன்கள்

1. இது நீரைச் சுத்திகரிக்கவும், நீர் ஒட்டா ஆடைகள், சாயம், காகிதத் தொழிற்சாலைகளிலும் பயன்படுகிறது.

2. இது இரத்தம் உறைதலை ஊக்குவிக்கும் மருந்துகளில் பயன்படுகிறது.

3.2 தொகுதி 14-ன் தனிமங்கள்

தொகுதி 14 (IVA) -யில் கார்பன், சிலிகன், ஜெர்மானியம், டின் மற்றும் லெட் போன்ற தனிமங்கள் உள்ளன. இவை தொழிற்சாலைகளிலும், உயிர் வாழ் இனங்களிலும் முக்கியமானவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

- ➢ தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும் கார்பன் உள்ளது. மனித உடலின் நிறையில் 23% கார்பன் உள்ளது. உயிர் வாழ் இனங்களின் அடிப்படைக் கூறு கார்பனின் சேர்மங்கள் ஆகும்.
- ➢ கனிம உலகில் சிலிகனும் முக்கியமானது. இது எண்ணற்ற சிலிகேட் கனிமங்களாக உள்ளது. புவியின் பரப்பில் மிக அதிகமாக உள்ள தனிமங்களில் சிலிகன் இரண்டாவது இடத்தைப் பெற்றுள்ளது.
- ➢ சிலிகன் மற்றும் ஜெர்மானியம் நவீன திண்ம நிலை மின் பொருள்கள் தயாரிக்கப்ப பயன்படுகிறது.
- ➢ டின் மற்றும் லெட் பழங்காலத்திலிருந்தே உபயோகப்படுத்தப்பட்டு வரும் உலோகங்கள் ஆகும்.

பொதுப் பண்புகள் **(General Trends)**

எலக்ட்ரான் அமைப்பு: இந்தத் தொகுதியில் உள்ள தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $ns^2 np^2$.

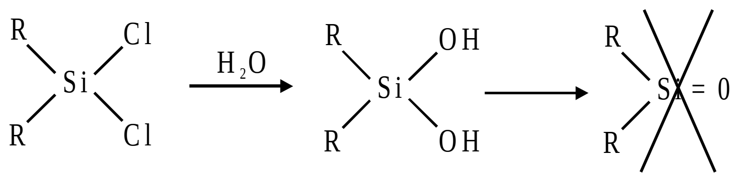
அட்டவணை 3.2 14வது தொகுதி தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

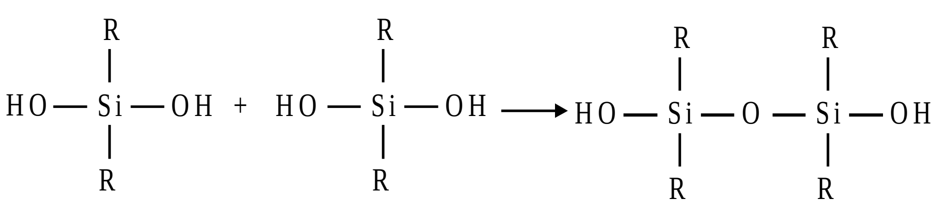
தனிமம்	அணு எண்	எலக்ட்ரான் அமைப்பு	தொகுதி எண்	வரிசை எண்
கார்பன்	6	[He] $2s^2$ $2p^2$	14	2
சிலிகன்	14	[Ne] $3s^2$ $3p^2$	14	3
ஜெர்மானியம்	32	[Ar] $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^2$	14	4
டின்	50	[Kr] $4d^{10}$ $5s^2$ $5p^2$	14	5
லெட்	82	[Xe] $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s^2$ $6p^2$	14	6

3.2.1 சிலிக்கோன்கள் அமைப்பு மற்றும் பயன்கள்

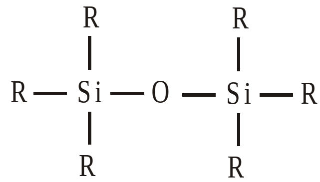
சிலிகோன்கள் தொகுப்பு சிலிகோ கரிம பலபடிகள் ஆகும். இவை வணிக ரீதியாகப் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன.

$SiCl_4$ முழுவதுமாக நீரேற்றமடைந்து SiO_2ஐத் தருகிறது. இது நிலைத்த தன்மை உடைய முப்பரிமாண அமைப்பை உடையது. F.S. கிப்பிங் என்பவர் அல்கைல் பிரதியிட்ட குளோரோ சிலேன்களை நீராற்பகுக்கும் போது அவர் எதிர்பார்த்த கீட்டோன் போன்ற அமைப்புள்ள சிலிகன் சேர்மங்கள் உண்டாகவில்லை. அதற்குப் பதிலாக நீண்ட சங்கிலித் தொடர் அமைப்பு கொண்ட சிலிகோன்கள் என்ற பலபடிகள் உண்டானது.

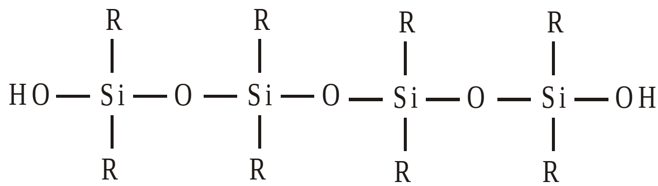




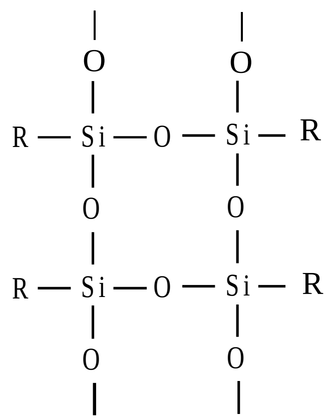
சிலிகோன்களைப் பெருமளவில் தயாரிக்க தேவைப்படும் மூலப் பொருள் அல்கைல் பதிலீடு செய்யப்பட்ட குளோரோ சிலேன்கள் ஆகும். டிரை அல்கைல் மேனோ குளோரோ சிலேன் R_3SiCl நீராற் பகுப்படைந்து ஹெக்சா அல்கைல் சிலோக்சேனைத் தருகிறது.



டை அல்கைல் டை குளோரோ சிலேன் R_2SiCl_2 நீராற் பகுப்படைந்து நீண்ட சங்கிலித்தொடர் பலபடியைத் தருகிறது. செயல்படக் கூடிய OH தொகுதி ஒவ்வொரு சங்கிலியிலும் உள்ளதால் பலபடியாக்கல் தொடர்ந்து நடைபெற்று சங்கிலியின் நீளம் அதிகமாகிறது.



அல்கைல் டிரைகுளோரோ சிலேன் நீராற்பகுப்படைந்து சிக்கலான குறுக்கு பிணைந்த பலபடி சிலிகோன்களைத் தருகிறது.



பயன்கள்

1) சிலிகோன்கள் மின் மோட்டார்கள் மற்றும் வீட்டு உபயோகப் பொருள்களுக்கு மிகச் சிறந்த மின்காப்புப் பொருளாக பயன்படுகிறது. இவை அதிக வெப்பத்தைத் தாங்க வல்லது.

2) நேர் கோட்டு சங்கிலித் தொடர் பலபடி 20 முதல் 500 அலகுகள் கொண்டவை. இவை நீர்ம சிலிகோன்கள். அதிகக் கரிமத் தொகுதியைக் கொண்டுள்ளதால் நீர் விலக்கும் பண்பினைப் பெற்றுள்ளன. எனவே இவை நீர் விலக்கும் ஆடைகள் தயாரிக்கவும், உயவுப் பொருளாகவும், மெருகூட்டுதலிலும் பயன்படுகின்றன.

3) குறைந்த வெப்ப நிலையிலும், சிலிகோன் ரப்பர்கள் மீட்சித் தன்மையை தக்க வைத்துக் கொள்கின்றன. வேதிப் பொருட்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. பெயிண்டுகளுடன் இவற்றைக் கலந்து பயன்படுத்தினால் நீடித்து உழைக்கும்.

4) சிக்கலான குறுக்கு பலபடிச் சிலிகோ சேர்மங்கள் ஒட்டாத தன்மையுள்ள (non-stick) பெயிண்ட் மற்றும் வார்னிஷ்களிலும் பயன்படுகின்றன.

5) சிலிகோன் எண்ணெய்கள் வெப்பப்படுத்தும் பொழுது ஆவியாகமல் அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையவை. எனவே அதிக வெப்பநிலைகளில் பயன்படும் எண்ணெய்த் தொட்டிகளிலும், வெற்றிட பம்புகளிலும் பயன்படுகின்றன.

3.2.2 லெட்டின் உலோகவியல்

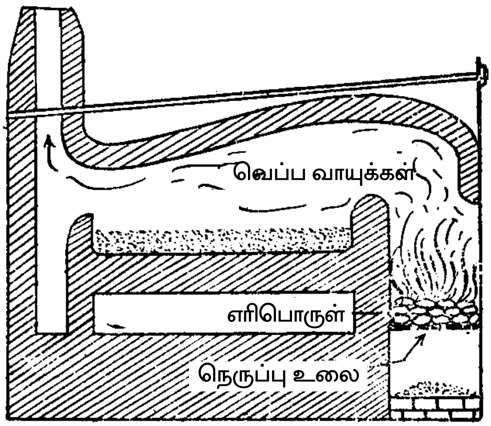
தாதுக்கள்

1.	கலீனா	PbS
2.	செருசைட்	$PbCO_3$
3.	ஆங்கிலசைட்	$PbSO_4$
4.	லெட் ஒக்கர்	PbO

பிரித்தெடுத்தல்**:** லெட் உலோகம், அதன் சல்பைடு தாது கலீனாவிலிருந்து முக்கியமாக பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. லெட் சல்பைடு மற்றும் சிறிதளவு சில்வரும் கலீனாவில் உள்ளது.

1. அடர்ப்பித்தல்: தாது நுரை மிதப்பு முறை மூலம் அடப்பிக்கப்படுகிறது.

2. எதிர் அனல் உலையில் உருக்குதல்**:** அடர்பிக்கப்பட்ட தாது உலையில் மிதமான வெப்பநிலையில் வறுக்கப்படுகிறது. உலையின் வெப்பநிலை காற்றை கட்டுபடுத்துவதன் மூலம் ஒரே நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. வறுக்கும்போது, லெட்டின் ஒரு பாதி ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து லெட் மோனோ ஆக்சைடும் மறுபாதி லெட் சல்பேட்டுமாக மாறுகிறது.



படம் 3,1 எதிர் அனல் உலை

$$2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2$$

$$PbS + 2O_2 \rightarrow PbSO_4$$

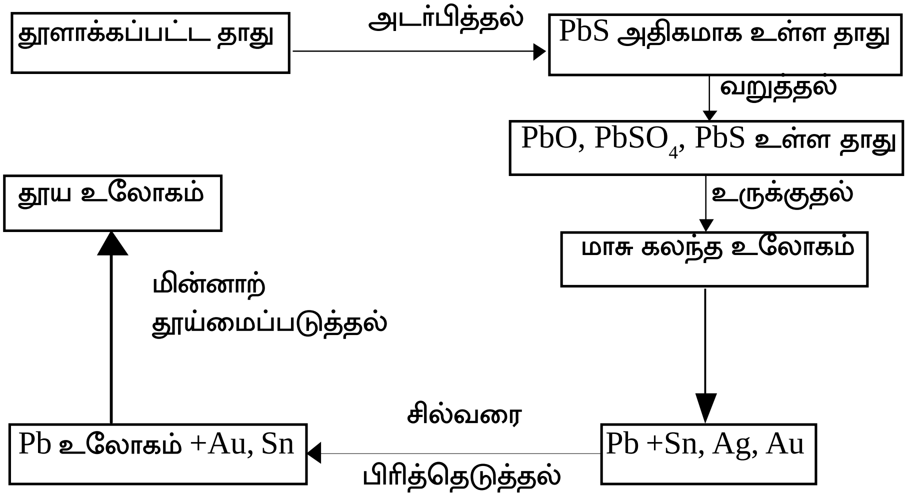
கலீனா சேர்க்கப்பட்டு வெப்பநிலையை உயர்த்தும் அதே வேளையில் காற்றின் அளவு குறைக்கப்படுகிறது. லெட் சல்பைடு, இரண்டு ஆக்சிஜனேற்ற விளைப்பொருள்களுடன் வினைப்புரிந்து லெட்டை கொடுக்கும்.

$$PbS+2PbO \rightarrow 3Pb+SO_2$$

$$PbS+PbSO_4 \rightarrow 2Pb+2SO_2$$

இதன் மூலம், வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் ஒரே உலையில் வறுத்தல் மற்றும் உருக்குதல் இரண்டும் செய்யப்படுகின்றன.

இவ்வாறாக பெறப்பட்ட லெட் உலோகம் 90% மற்றவை கசடாக வெளியேறும். தூளாக்கப்பட்ட கல்கரி மற்றும் சுண்ணாம்பு கசடுடன் சேர்த்து சூடாக்கி, லெட் பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது.



லெட்டை தூய்மைப்படுத்துதல்

பிரித்தெடுக்கப்பட்ட லெட்டில் சில்வர், காப்பர், டின், பிஸ்மத், தங்கம் மற்றும் இரும்பு மாசுக்கள் உள்ளன. கீழ்வரும் முறைகள் மூலம் உலோகம் தூய்மையாக்கப்படுகிறது.

a. நீர்ம சுத்திகரிப்பு

மாசு கலந்த உலோகம் உலை சரிவு படுகையில் வைத்து வெப்பப்படுத்தபடுகிறது. லெட் உருகி சரிவில் கீழிறங்குகிறது. உலையில் உருகாத மாசுக்கள் தங்கிவிடுகின்றன.

b. சில்வர் நீக்குதல் முறை

பார்டின்சன் முறை அல்லது பார்க் முறை மூலம் சில்வர் பிரிக்கப்படுகிறது.

c. மின்னாற் தூய்மைப்படுத்தல்

இம்முறை மூலம் தூய லெட் பெறப்படுகிறது.

நேர்மின்முனை	-	மாசு கலந்த லெட்
எதிர்மின்முனை	-	தூய லெட்
மின்பகுளி	-	லெட்ப்ளூவோ சிலிக்கேட் ($PbSiF_6$) + ஹைட்ரோ புளூவோசிலிசிக் அமிலம் (H_2SiF_6)

லெட்டை விட அதிக நேர்மின் சுமையையுடை உருகாத மாசுக்களாகிய இரும்பு மற்றும் டின் கரைகலில் கரையும் மற்ற மாசுக்கள் நேர்மின்முனையை சென்றடையும். தூய லெட் உலோகம் எதிர்மின்முனை மேல் படியும்.

இயற்பியல் பண்புகள்

1. நீலம் கலந்த சாம்பல் நிறத்தையும், மிளிரும் தன்மையும் உடையது.
2. கத்தியால் வெட்டப்படக்கூடிய மிருதுவான உலோகம் மெல்லிய கம்பிகளாகவும், தகடாகவும் மாற்றவல்ல பண்புடையது.
3. இது வெப்பம் மற்றும் மின்சாரத்தை கடத்தாது.
4. காகிதத்தில் எழுதும் பண்புடையது.

வேதியியல் பண்புகள்

1. காற்றுடன் வினை

i) உலர்ந்த காற்றினால் பாதிக்கபடுவதில்லை. ஈரக் காற்றில் லெட் கார்பனேட் அல்லது லெட் ஹைட்ராக்சைடு படலம் உலோகத்தின் மீது படிந்து, தொடர்ந்து காற்றுடன் வினைபுரிவதை தடுத்துவிடும்.

ii) காற்று அல்லது ஆக்சிஜனுடன் சூடுபடுத்தும்போது, லெட் லிதார்ஜ் (PbO) மற்றும் சிவப்பு லெட்டாக (Pb_3O_4) ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும்.

$$2Pb + O_2 \rightarrow 2PbO$$

$$3Pb + 2O_2 \rightarrow Pb_3O_4$$

2. நீருடன் வினை

காற்றில்லா சூழ்நிலையில் லெட் தூய நீரினால் பாதிக்கப்படாது. ஆனால் நீரில் காற்று கரைந்து இருப்பின், கரையும் தன்மை பெற்ற நச்சுத் தன்மை கொண்ட லெட் ஹைட்ராக்சைடு தருகிறது. இதுவே ‘பிளம்போ கரைப்பான்’ தன்மை என அழைக்கப்படுகிறது.

$$2Pb + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Pb(OH)_2$$

3. அமிலங்களுடன் வினை

i) நீர்த்த H_2SO_4 மற்றும் HCl உடன் லெட் வினை புரிவதில்லை.

ii) சூடான அடர் H_2SO_4 அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து SO_2 வாயுவை வெளியேற்றுகிறது. கரையாத லெட் சல்பேட் படலம் உருவாதல் வினையின் வேகம் குறைகிறது.

$$Pb + 2H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O + SO_2\uparrow$$

iii) அடர் HCl அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் வாயுவை வெளியேற்றி குளோரோ பிளம்பிக் அமிலத்தைத் தருகிறது.

$$Pb + 2HCl \rightarrow PbCl_2 + H_2\uparrow$$

$$PbCl_2 + 2HCl \rightleftharpoons H_2PbCl_4$$

குளோரோபிளம்பிக் அமிலம்

பயன்கள்

1. லெட் குழாய்கள் செய்யப் பயன்படுகிறது.
2. தந்தி மற்றும் தொலைபேசி கம்பிகள் தயாரிக்கவும்.
3. ரவை குண்டுகள் மற்றும் லெட் கலங்களிலும்,
4. சல்புயூரிக் அமில தயாரிப்பு முறையிலும்,
5. சோல்டர், பீட்டர் மற்றும் அச்சு உலோகக் கலவை தயாரிக்கவும்,
6. பெட்ரோலில் எதிர்விசையை தடுக்க உதவும் லெட் டெட்ராஎத்தில் $(Pb(C_2H_5)_4)$ தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது.

கணக்கு

A என்ற தனிமம் தொகுதி எண் 14 மற்றும் வரிசை எண்.6ல் உள்ளது. **A** அடர் HCl உடன் வினைபுரிந்து **B** அமிலத்தை தருகிறது. தனிமம் **A** மற்றும் சேர்மங்கள் **B** மற்றும் **C** யை கண்டறி. வினைகளை எழுதுக.

தீர்வு

1. ஆவர்த்தன அட்டவணையில் தொகுதி 14 இலும் தொடர் 6லும் உள்ள தனிமம் A லெட் ஆகும்.

2. லெட் அடர் HCl உடன் **B** கொடுக்கிறது.

$$Pb + 4\,HCl \rightarrow H_2PbCl_4 + H_2$$

B சேர்மம் குளோரோபிளம்பிக் அமிலம்.

3. வாகனங்களில் தாக்கு எதிர்பொருளாக பயன்படும் சேர்மம் **C** ஆகும். அதனால் C டெட்ரா எத்தில் லெட்.

3.3 தொகுதி 15 தனிமங்கள் - நைட்ரஜன் தொகுதி

நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், ஆர்சனிக், ஆண்டிமனி மற்றும் பிஸ்மத் ஆகியவை தொகுதி 15 (VA) தனிமங்களாகும்.

- நைட்ரஜன் ஒரு வாயு. பூமியின் வளிமண்டலத்தில் 78% கன அளவு நைட்ரஜன் உள்ளது.

- தொகுதி 15ல் மிகவும் அதிகமாக கிடைக்கும் தனிமம் பாஸ்பரஸ் ஆகும்.
- ஆர்சனிக் பூச்சிகொல்லிகள் தயாரிக்கவும், GeAs போன்ற குறை கடத்திகள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது.
- பிஸ்மத் சில்வரைப் போன்று மிளிரும் திண்மம். பெப்டோ-பிஸ்மால் போன்ற மருந்துகளில் பிஸ்மத் சேர்மங்கள் காணப்படுகின்றன.
- புவியின் மேற்பரப்பில் As, Sb மற்றும் Bi தனிமங்கள் மிக குறைந்த அளவே காணப்படுகின்றன.

பொதுவான பண்புகள்

எலக்ட்ரான் அமைப்பு: இத்தொகுதி தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு $ns^2\ np^3$.

அட்டவணை 3.3 தொகுதி 15 தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

தனிமம்	அணு எண்	எலக்ட்ரான் அமைப்பு	தொகுதி எண்	வரிசை எண்
நைட்ரஜன்	7	$[He]\ 2s^2\ 2p^3$	15	2
பாஸ்பரஸ்	15	$[Ne]\ 3s^2\ 3p^3$	15	3
ஆர்சனிக்	33	$[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$	15	4
ஆண்டிமணி	51	$[Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^3$	15	5
பிஸ்மத்	83	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^3$	15	6

3.3.1 பாஸ்பரஸின் சேர்மங்கள்

a) பாஸ்பரஸ் ஹாலைடுகள்

எல்லா ஹாலஜனுடனும் பாஸ்பரஸ் வினைபுரிந்து சகப்பிணைப்பு சேர்மங்களாகிய பாஸ்பரஸ் ஹாலைடுகளைத் தருகிறது. அதில் பாஸ்பரஸ் குளோரைடுகள் முக்கியமானவையாகும். பாஸ்பரஸ் டிரை மற்றும் பென்டா குளோரைடுகள் பொதுவானவையாகும்.

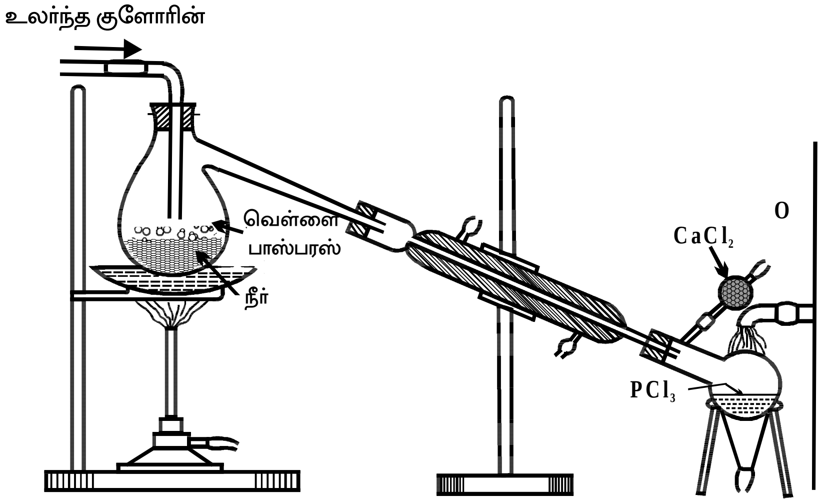
I. பாஸ்பரஸ் டிரைகுளோரைடு, PCl_3

தயாரிப்பு முறை: ஒரு நீர்த்தொட்டியில் வைக்கப்பட்டுள்ள வெப்பப்படுத்தும் கலத்தில் பாஸ்பரஸை எடுத்துக் கொண்டு உலர்ந்த குளோரின் வாயுவைச்

செலுத்தி மெதுவாக சூடுபடுத்தும் பொழுது பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடு ஆவியாக வெளியேறுகிறது. இதை உறைக் கலவையில் வைக்கப்பட்டுள்ள கலத்தினுள் செலுத்தினால் நீர்மமாகிறது.

$$P_4 + 6Cl_2 \rightarrow 4PCl_3$$

இதனை வெண்பாஸ்பரஸ் மீது செலுத்தி மீண்டும் காய்ச்சி வடித்து, அதில் கலந்துள்ள பென்டாகுளோரைடு மாசு நீக்கப்படுகிறது.



படம் 3.2 சோதனைச்சாலையில் PCl_3 தயாரிக்கும் முறை

இயற்பியல் பண்புகள்

1. நிறமற்ற குறைந்த கொதிநிலையையுடைய நீர்மம்
2. ஈரக்காற்றில் புகையும் பண்புடையது
3. கார மணமுடையது

வேதியியல் பண்புகள்

1. நீருடன் வேகமாக வினைபுரிந்து பாஸ்பரஸ் அமிலம் மற்றும் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவையும் தருகிறது.

$$PCl_3 + 3\,H_2O \rightarrow 3HCl + H_3PO_3$$

இதேபோன்று, கார்பாக்சிலிக் அமிலம், ஆல்கஹால் போன்ற ஹைட்ராக்சில் தொகுதியைப் பெற்றுள்ள கரிம சேர்மங்களுடன் வினைபுரியும்.

$$PCl_3 + 3CH_3COOH \rightarrow 3CH_3COCl + H_3PO_3$$
அசிட்டிக் அமிலம் அசிட்டைல் குளோரைடு

$$PCl_3 + 3C_2H_5OH \rightarrow 3\,C_2H_5Cl + H_3PO_3$$
எத்தில் ஆல்கஹால் எத்தில் குளோரைடு

2. குளோரின் அல்லது சல்பியூரைல் குளோரைடுடன் வினைபுரிந்து பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடைத் தருகிறது.

$$PCl_3 + Cl_2 \rightarrow PCl_5$$

$$PCl_3 + SO_2Cl_2 \rightarrow PCl_5 + SO_2$$

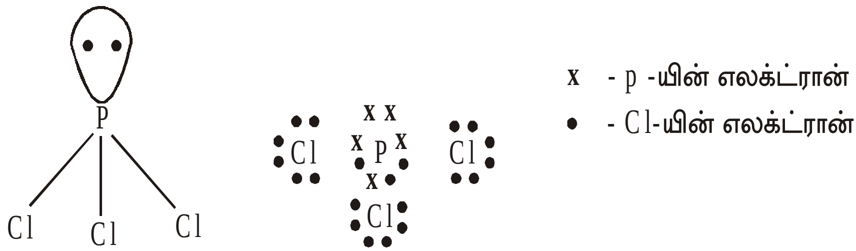
3. காற்றுடன் உடனே வினைபுரிந்து பாஸ்பரஸ் ஆக்சிகுளோரைடைத் தருகிறது.

$$2PCl_3 + O_2 \rightarrow 2POCl_3$$

4. SO_3 உடன் வினைபுரிந்து $POCl_3$ மற்றும் SO_2 தருகிறது.

$$SO_3 + PCl_3 \rightarrow POCl_3 + SO_2$$

அமைப்பு:



II. பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு, **PCl_5**

தயாரிப்பு: அதிக அளவு உலர்ந்த குளோரின் வாயுவை பாஸ்பரஸ் ட்ரை குளோரைடுடன் செலுத்தி பாஸ்பரஸ் பென்டா குளோரைடு தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$PCl_3 + Cl_2 \rightarrow PCl_5$$

இயற்பியல் பண்புகள்

1. பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு மஞ்சள் கலந்த வெள்ளை நிறமுடைய திண்மம்.
2. 473 K க்கு சூடுபடுத்தும்போது பதங்கமாகும். உயர் அழுத்தத்தில் 318Kல் உருகும்.

வேதியியல் பண்புகள்

1. பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடை சூடுபடுத்தும்பொழுது, சிதைவுற்று பாஸ்பரஸ் டிரைகுளோரைடு மற்றும் குளோரினை கொடுக்கிறது.

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

2. நீருடன் அதிவேகமாக நீரேற்றமடைந்து, நீரின் அளவுக்கு ஏற்ப பாஸ்பரஸ் ஆக்சிகுளோரைடு அல்லது பாஸ்பாரிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது.

$$PCl_5 + H_2O \xrightarrow[\text{அளவு நீர்}]{\text{குறைந்த}} POCl_3 + 2HCl$$

$$PCl_5 + 4H_2O \xrightarrow[\text{நீர்}]{\text{அதிக அளவு}} H_3PO_4 + 5HCl$$

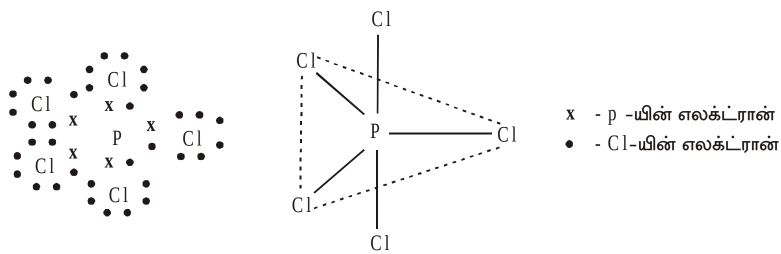
3. ஹைட்ராக்சில் தொகுதியைப் பெற்றுள்ள கரிமச் சேர்மங்களுடன் வினைபுரிந்து குளோரின் வழிப்பொருளைக் கொடுக்கிறது. இதில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதி குளோரினால் பதிலீடு செய்யப்படுகிறது.

$$C_2H_5OH + PCl_5 \rightarrow C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

4. உலோகங்களுடன் வினைபுரிந்து உலோக குளோரைடுகளைக் கொடுக்கின்றது.

$$2Ag + PCl_5 \rightarrow 2\,AgCl + PCl_3$$

அமைப்பு



b) பாஸ்பரஸின் ஆக்ஸைடுகள்

I. பாஸ்பரஸ் ட்ரை ஆக்ஸைடு $\mathbf{P_2O_3}$ அல்லது $\mathbf{P_4O_6}$

பாஸ்பரஸை அளவான காற்றில் எரித்தால் பாஸ்பரஸ் ட்ரை ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது.

$$4P + 3O_2 \rightarrow 2P_2O_3$$

இயற்பியல் பண்புகள்

1. வெண்மை நிற மெழுகு போன்ற திண்மம்
2. உள்ளிப் பூண்டின் மணம் உடையது.

வேதியியல் பண்புகள்

1. P_2O_3 குளிர்ந்த நீருடன் வினை புரிந்து பாஸ்பரஸ் அமிலத்தை தருகிறது.

$$P_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_3$$

2. P_2O_3 சூடான நீருடன் அதிவேகத்துடன் வினை புரிந்து எரியக்கூடிய பாஸ்பீன் வாயுவைத் தருகிறது.

$$2P_2O_3 + 6H_2O \rightarrow PH_3\uparrow + 3H_3PO_4$$

II. பாஸ்பரஸ் பென்டாக்ஸைடு $\mathbf{P_2O_5}$ அல்லது $\mathbf{P_4O_{10}}$

பாஸ்பரஸை அதிக அளவு காற்றில் எரித்து பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$P_4 + 5O_2 \rightarrow P_4O_{10}$$

இயற்பியல் பண்புகள்

பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடு வெண்மைநிற அமிலத் தன்மையுடைய திண்மம்.

வேதியியல் பண்புகள்

1. P_4O_{10} ஈரக்காற்றுடன் வினைபுரிந்து மெட்டா பாஸ்பாரிக் அமிலத்தைத் தருகிறது.

$$P_4O_{10} + 2H_2O \rightarrow 4HPO_3$$

மெட்டா பாஸ்பாரிக் அமிலக் கரைசலை கொதிக்க வைத்தால் ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலமாக மாறுகிறது.

$$HPO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4$$

அல்லது

$$P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$$

2. சல்ஃபியூரிக் அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம் உட்பட பல கனிமச் சேர்மங்களிலிருந்தும் கரிமச் சேர்மங்களிலிருந்தும் நீரை நீக்க பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடு பயன்படுகிறது. எனவே, இது ஒரு சிறந்த நீர் நீக்கும் காரணியாக பயன்படுகிறது.

$$H_2SO_4 \xrightarrow[-H_2O]{P_4O_{10}} SO_3$$

$$2HNO_3 \xrightarrow[-H_2O]{P_4O_{10}} N_2O_5$$

$$RCONH_2 \xrightarrow[-H_2O]{P_4O_{10}} RCN$$

அமைடு நைட்ரைல்

பயன்கள் : நீர்நீக்கும் கரணியாக பயன்படுகிறது.

c) பாஸ்பரஸின் ஆக்ஸி அமிலங்கள்

I. பாஸ்பரஸ் அமிலம்

P_2O_3 அல்லது PCl_3-யை நீருடன் வினைபுரிய வைத்து பாஸ்பரஸ் அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$P_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_3$$
$$PCl_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_3 + 3HCl$$

இயற்பியல் பண்புகள்

பாஸ்பரஸ் அமிலம் வெண்ணிற படிக வடிவத் திண்மம். உள்ளிப் பூண்டின் சுவையுடையது.

வேதியியல் பண்புகள்

1. அமிலத் தன்மை: பாஸ்பரஸ் அமிலம் இரு காரத்துவமுடையதால் இரண்டு விதமான உப்புகளைத் தருகிறது.

$$H_3PO_3 + NaOH \rightarrow NaH_2PO_3 + H_2O$$

சோடியம் டை ஹைட்ரஜன் பாஸ்பைட்

$$H_3PO_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2HPO_3 + 2H_2O$$

டை சோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பைட்

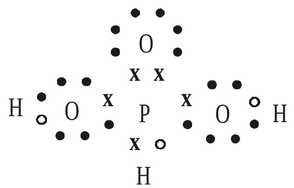
2. வெப்பப்படுத்தும் பொழுது தானே ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்கமடைந்து பாஸ்பாரிக் அமிலத்தையும் பாஸ்பீனையும் தருகிறது.

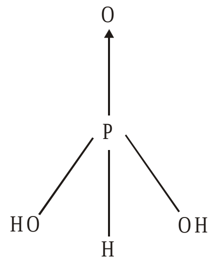
$$4H_3PO_3 \xrightarrow{\Delta} 3H_3PO_4 + PH_3$$

3. P-H பிணைப்பு இருப்பதால் இது ஒரு சிறந்த ஒடுக்கும் கரணியாக செயல்படுகிறது. சில்வர் நைட்ரேட்டை சில்வராக ஒடுக்குகிறது.

$$2AgNO_3 + H_3PO_3 + H_2O \rightarrow 2Ag + H_3PO_4 + 2HNO_3$$

எலக்ட்ரான் அமைப்பு





பயன் : இது ஒடுக்கும் கரணியாக பயன்படுகிறது.

II. ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலம்

தயாரிப்பு

1. பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடை நீரில் கரைத்து, பின் கரைசலை கொதிக்க வைத்து பாஸ்பாரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$$

2. ஆய்வகத் தயாரிப்பு : குளிர்விப்பானுடன் கூடிய குடுவையில் சிவப்பு பாஸ்பரஸையும் 50% நைட்ரிக் அமிலத்தையும் எடுத்துக் கொண்டு நீர்த் தொட்டியில் வைத்து நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடுகள் முழுவதும் வெளியேறும் வரை கொதிக்க வைக்கப்பட்டு பாஸ்பாரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

அயோடின் வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. 453 K வெப்பநிலைக்கு குறைவாக ஆவியாக்கி பின் வெற்றிட உலர்த்தும் கலனில் எடுத்துக் கொண்டு உறைகலவை சூழ வைத்து குளிர்வித்தால் ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலம் படிகங்களாக படிகிறது.

$$P + 5HNO_3 \rightarrow H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$$

இயற்பியல் பண்புகள்

1. காற்றிலிருந்து நீரை உறிஞ்சும் படிக வடிவத் திண்மம்.
2. நீரில் கரையக் கூடியது.

வேதிப் பண்புகள்

1. இது முக்காரத்துவமுடையது. இது NaOH போன்ற காரங்களுடன் வினைபுரிந்து மூன்று வகையான உப்புக்களைத் தருகிறது.

$$H_3PO_4 + NaOH \rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$$

சோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட்

$$H_3PO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$$

டை சோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட்

$$H_3PO_4 + 3NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$$

சோடியம் பாஸ்பேட்

2. ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலத்தை வெப்பப்படுத்தும் பொழுது 523 K வெப்பநிலையில் பைரோ பாஸ்பாரிக் அமிலத்தையும் 589 K வெப்பநிலையில் மெட்டா பாஸ்பாரிக் அமிலத்தையும் தருகிறது.

$$H_3PO_4 \xrightarrow{523K} H_4P_2O_7 \xrightarrow{589K} 2HPO_3 + H_2O$$

3. சில்வர் நைட்ரேட்டுடன் வினைபுரிந்து சில்வர் பாஸ்பேட் என்ற மஞ்சள் நிற வீழ்படிவைத் தருகிறது.

$$H_3PO_4 + 3AgNO_3 \rightarrow Ag_3PO_4 + 3HNO_3$$

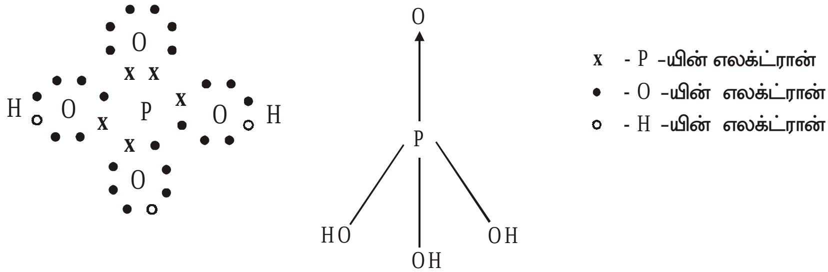
பயன்கள்

1. சல்ஃபியூரிக் அமிலத்திற்கு பதிலாக HBr மற்றும் HI தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
2. குளிர்பானங்களில் புளிப்புச் சுவையூட்டப் பயன்படுகிறது.
3. சோடியம், பொட்டாசியம் மற்றும் அம்மோனியம் பாஸ்பேட் உப்புக்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
4. பாஸ்பேட் உரங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

அமைப்பு

முக்காரத்துவம் உடையதால் பாஸ்பாரிக் அமிலத்தின் அமைப்பு கீழேயுள்ளவாறு அமைந்துள்ளது.

எலக்ட்ரான் அமைப்பு



III. பைரோபாஸ்பாரிக் அமிலம், $H_4P_2O_7$

தயாரிப்பு: ஆர்த்தோபாஸ்பாரிக் அமிலத்தை 523 K – 533 K வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தும் பொழுது பைரோபாஸ்பாரிக் அமிலம் கிடைக்கிறது.

$$2H_3PO_4 \rightarrow H_4P_2O_7 + H_2O$$

இயற்பியல் பண்புகள்

இது நிறமற்ற படிகத் திண்மம்.

வேதியியல் பண்புகள்

1. நீருடன் வெப்பப்படுத்தும்பொழுது இது மீண்டும் ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலமாக மாறுகிறது.

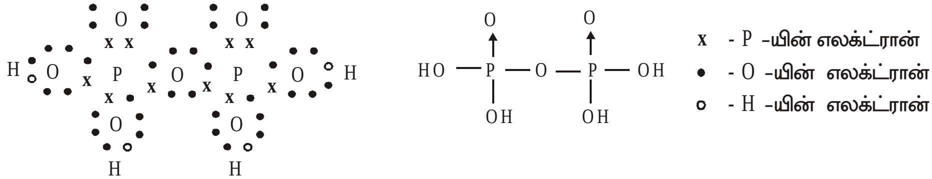
$$H_4P_2O_7 + H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$$

2. அதிகமாக வெப்பப்படுத்தும்பொழுது மெட்டா பாஸ்பாரிக் அமிலத்தை தருகிறது.

$$H_4P_2O_7 \longrightarrow 2HPO_3 + H_2O$$

அமைப்பு: பைரோபாஸ்பாரிக் அமிலத்தின் அமைப்பு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

எலக்ட்ரான் அமைப்பு



d) பாஸ்பீன் - PH_3

பாஸ்பரஸின் ஹைட்ரைடுகளில் பாஸ்பீன் முக்கியமானதாகும்.

ஆய்வகத் தயாரிப்பு: வெள்ளை பாஸ்பரசுடன் 30-40% சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் சேர்க்கப்பட்டு CO_2 சூழலில் கொதிக்கும்போது பாஸ்பீன் கிடைக்கிறது.

$$4P + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow PH_3 + 3NaH_2PO_2$$

சோடியம் ஹைப்போபாஸ்பைட்

இவ்வாறாக தயாரிக்கப்பட்ட பாஸ்பீன் தூய்மையற்றது. இதை ஹைட்ரஜன் அயோடைடு நீர்மக் கரைசலில் செலுத்தினால் PH_4I உண்டாகிறது. PH_4I யை KOH அல்லது NaOH வுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தினால் தூய பாஸ்பீன் கிடைக்கிறது.

$$PH_3 + HI \rightarrow PH_4I$$

$$PH_4I + NaOH \rightarrow PH_3 + NaI + H_2O$$

இயற்பியல் பண்புகள்

பாஸ்பீன் நிறமற்ற வாயு. அழுகிய மீனின் மணமுடையது.

வேதியியல் பண்புகள்

1. சிதைவடைதல்: 723 K வெப்பநிலையில் பாஸ்பீன் சிதைவடைந்து சிவப்பு பாஸ்பரஸை தருகிறது.

$$4PH_3 \xrightarrow{723K} P_4 + 6H_2$$

2. காற்றுடன் வினை: 423 K வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தினால் காற்றுடன் எரிந்து பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடைத் தருகிறது.

$$4PH_3 + 8O_2 \rightarrow P_4O_{10} + 6H_2O$$

3. குளோரினுடன் வினை: குளோரினுடன் உடனடியாக எரிந்து PCl_3 மற்றும் PCl_5 யை உண்டாக்குகிறது.

$$PH_3 + 3Cl_2 \rightarrow PCl_3 + 3HCl$$

$$PH_3 + 4Cl_2 \rightarrow PCl_5 + 3HCl$$

4. ஒடுக்கும் பண்பு: இது ஒரு சிறந்த ஒடுக்கும் கரணி. இதை உலோக உப்புக் கரைசலினுள் செலுத்தினால் உலோகம் கிடைக்கிறது.

$$PH_3 + 6AgNO_3 + 3H_2O \rightarrow 6Ag + 6HNO_3 + H_3PO_3$$

பயன்கள்

1. புகைத்திரை

பாஸ்பீன் காற்றில் எரிந்து மிக அடர்த்தியான புகையை உருவாக்குவதால் புகைத்திரையாக பயன்படுகிறது.

2. ஹோல்ம்ஸ் முன்னறிவிப்பான்**:** துளையிடப்பட்டுள்ள பெட்டியினுள் கால்சியம் பாஸ்பைடு மற்றும் கால்சியம் கார்பைடு நிரப்பி கடலில் எறியப்படுகிறது. நீர் பெட்டியினுள் துளை வழியாக நுழைந்து கால்சியம் கார்பைடு மற்றும் கால்சியம் பாஸ்பைடுடன் வினைபுரிந்து அசிட்டிலினையும் பாஸ்பீனையும் தருகிறது. பாஸ்பீன் காற்றுடன் உடனடியாக எரிந்து அசிட்டிலினையும் எரியச்செய்கிறது. சிவப்பு நிறச் சுவாலையுடன் பாஸ்பீன் எரிவதால் உண்டாகும் பெரும்புகையும் சேர்ந்துகொள்கிறது. இது கடலில் உள்ள கப்பல்களுக்கு வழி காட்டுவதற்காக பயன்படுகிறது.

$$Ca_3P_2 + 6H_2O \rightarrow 2PH_3\uparrow + 3Ca(OH)_2$$

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2\uparrow + Ca(OH)_2$$

கணக்கு

தொகுதி எண் 15, வரிசை எண் 3 ல் உள்ள ‘A’ என்ற ஒரு தனிமம் குளோரினுடன் வினைபுரிந்து **B** யை தருகிறது. B மேலும் குளோரினுடன் 273 K வெப்பநிலைக்கு வினைபுரிந்து C யை தருகிறது. B மற்றும் C இரண்டுமே கரிமச் சேர்மங்களை குளோரினேற்றம் செய்ய பயன்படுகிறது. **C** மிகச் சிறந்த குளோரினேற்றம் செய்யும் கரணி. இது உலோகத்தைக்கூட குளோரினேற்றம் செய்யும். **B** ஆனது SO_3 யுடன் வினைபுரிந்து SO_2 ஆக ஒடுக்குகிறது. **B** பிரமிடு வடிவமுடையது. C-sp^3d கலப்பினமாதலால் முக்கோண இருபிரமிடு வடிவமுடையது. A, B மற்றும் C யை கண்டறிக. வினைகளையும் எழுதுக.

தீர்வு

1. தொகுதி எண். 15, வரிசை எண். 3ல் உள்ள தனிமம் பாஸ்பரஸ் ஆகும். எனவே, A பாஸ்பரஸ். பாஸ்பரஸ் குளோரினுடன் வினைபுரிந்து PCl_3யை தருகிறது. எனவே சேர்மம் B, பாஸ்பரஸ் ட்ரை குளோரைடு, இது பிரமிடு வடிவமுடையது.

$$P_4 + 6Cl_2 \rightarrow 4PCl_3$$

2. PCl_3 மேலும் குளோரினுடன் வினைபுரிந்து PCl_5 வை தருகிறது. எனவே, சேர்மம் C பாஸ்பரஸ் பென்டாக்குளோரைடு ஆகும். இது முக்கோண பிரமிடு வடிவமுடையது.

$$PCl_3 + Cl_2 \rightarrow PCl_5$$

3. PCl_3 மற்றும் PCl_5 கரிம சேர்மங்களை குளோரினேற்றம் செய்யும் கரணியாக பயன்படுகின்றன. எனவே இரண்டும் C_2H_5OH யுடன் வினைபுரிந்து C_2H_5Cl வை தருகிறது.

$$PCl_3 + 3C_2H_5OH \rightarrow 3C_2H_5Cl + H_3PO_3$$
$$PCl_5 + C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

4. PCl_5 ஒரு மிகச் சிறந்த குளோரினேற்றும் கரணி. இது காப்பரை குளோரினேற்றம் செய்கிறது.

$$PCl_5 + 2Cu \rightarrow 2CuCl + PCl_3$$

5. SO_3 வுடன் PCl_3 வினைபுரிந்து SO_2 ஆக ஒடுக்குகிறது.

$$PCl_3 + SO_3 \rightarrow POCl_3 + SO_2$$

3.4 தொகுதி 16 ஆக்ஸிஜன் குடும்பம்

தொகுதி 16 (VI A) -வில் ஆக்ஸிஜன், சல்பர், செலினியம், டெல்லூரியம், பொலோனியம் போன்ற தனிமங்கள் உள்ளன. முதல் நான்கு தனிமங்கள் "சால்கோஜென்ஸ்" (chalcogens) அல்லது தாதுவை உருவாக்கும் தனிமங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் பல உலோகங்களின் தாதுக்கள் ஆக்சைடுகளாகவும், சல்பைடுகளாகவும் கிடைக்கின்றன.

- ஆக்ஸிஜன் அதிக அளவில் கிடைக்கின்றது. வளிமண்டலத்திலும் கடலிலும் முக்கிய பகுதி பொருளாக ஆக்ஸிஜன் உள்ளது. புவியின் மேற்பரப்பில் 46.6% ஆக்ஸிஜன் உள்ளது.
- சல்ஃபர் தனித்த நிலையில் தனிமமாகவோ அல்லது சேர்மமாகவோ குறைந்த அளவில் கிடைக்கின்றது. சல்ஃபர் கந்தக கல் (Brim stone) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.
- யுரேனியத் தாதுக்களில் மிகச் சிறிதளவு கதிரியக்கத் தன்மை உள்ள பொலோனியம் கிடைக்கிறது. போலந்தை சேர்ந்த மேரிக்யூரியினால் 1898 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் இத்தனிமம் பொலோனியம் எனப் பெயரிடப்பட்டது.

பொதுப் பண்புகள்

எலக்ட்ரான் அமைப்பு

எல்லா தனிமங்களும் ns^2np^4 என்ற எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. அவை நிலைத்த வெளிக் கூட்டு (octet configuration) எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற மேலும் இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் தேவைப்படுகின்றன.

அட்டவணை **3.4** 16வது தொகுதி தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

தனிமம்	**அணு எண்**	**எலக்ட்ரான் அமைப்பு**	**தொகுதி எண்**	**வரிசை எண்**
ஆக்ஸிஜன்	8	$[He]\ 2s^2 2p^4$	16	2
சல்ஃபர்	16	$[Ne]\ 3s^2 3p^4$	16	3
செலினியம்	34	$[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^4$	16	4
டெலூரியம்	52	$[Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^4$	16	5
பொலோனியம்	84	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^4$	16	6

3.5 தொகுதி 17 - ஹேலஜன் குடும்பம்

ஃப்ளூரின், குளோரின், புரோமின், அயோடின் மற்றும் அஸ்டடைன் ஆகியன தனிம வரிசை அட்டவணையில் 17-வது தொகுதியில் உள்ளன. இவை அனைத்தும் ஹேலஜன்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இது ஹேலா மற்றும் ஜென்ஸ் என்ற இரு கிரேக்க வார்த்தையிலிருந்து பெறப்பட்டது. இதற்கு உப்பை உருவாக்குவது என்று பொருள். பெரும்பாலானவை கடல் நீரில் காணப்படுகின்றன.

பொதுப் பண்புகள்

எலக்ட்ரான் அமைப்பு: எல்லா தனிமங்களும் ns^2np^5 எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.

அட்டவணை 3.5 17வது தொகுதி தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

தனிமம்	அணு எண்	எலக்ட்ரான் அமைப்பு	தொகுதி எண்	வரிசை எண்
ஃபுளுரின்	9	$[He]\ 2s^2 2p^5$	17	2
குளோரின்	17	$[Ne]\ 3s^2 3p^5$	17	3
புரோமின்	35	$[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$	17	4
அயோடின்	53	$[Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^5$	17	5
அஸ்டடைன்	85	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^5$	17	6

வேதிப் பண்புகள்

1. ஆக்ஸிஜனேற்றும் திறன்: ஹேலஜன் அணுக்களுக்கு எலக்ட்ரான் நாட்டம் அதிகமாக இருப்பதால் இவை ஆக்ஸிஜனேற்றம் என்ற முக்கியமான பண்பைப் பெற்றுள்ளன. ஃப்ளுரினிலிருந்து அயோடின் வரை இப்பண்பு குறைகிறது. ஃப்ளுரின் ஒரு சிறந்த ஆக்ஸிஜனேற்றும் கரணி. இது மற்ற ஹேலைடு அயனிகளை ஹேலஜன்களாக அவற்றின் கரைசலிலோ அல்லது உலர்ந்த நிலையிலோ ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்கிறது.

$$F_2 + 2\,X^- \rightarrow 2F^- + X_2 \quad (X^- = Cl^-, Br^-, I^-)$$

அணு எண் குறைவாக உள்ள ஹேலஜன்கள், அணு எண் அதிகமாக உள்ள ஹேலைடு அயனிகளை ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச் செய்கின்றன.

2. கரைதிறன்: முனைப்பற்ற மூலக்கூறுகளான ஹேலஜன்கள் முனைப்புள்ள கரைப்பானான நீரில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் கரைவதில்லை. இருப்பினும் ஃப்ளுரின் நீருடன் வினைபுரிந்து $O1_2$ மற்றும் O_3 கலவையைத் தருகிறது.

$$2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2$$

$$3F_2 + 3H_2O \rightarrow 6HF + O_3$$

கரிமக் கரைப்பான்களாகிய CCl_4, $CHCl_3$ ஆகியவற்றில் குளோரின், புரோமின், அயோடின் ஆகியவை நன்கு கரைந்து முறையே மஞ்சள், பழுப்பு மற்றும் ஊதா நிறக் கரைசல்களைக் கொடுக்கின்றன.

3. ஹேலஜன்களின் ஹைட்ரைடுகள் (ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகள்)

i) அனைத்து ஹேலஜன்களும் ஹைட்ரஜனுடன் வினைபுரிந்து HX என்ற வாய்பாடுள்ள ஆவியாகக் கூடிய சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

ii) இந்த ஹைட்ரைடுகள் ஹைட்ரமிலங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

iii) ஃப்ளூரினிலிருந்து அயோடின் வரை செல்லச் செல்ல ஹைட்ரஜனுடன் ஹேலஜன்களில் செயல்திறன் குறைகிறது. ஹைட்ரஜன் ஃப்ளூரினுடன் வெடிக்கும் தன்மையுடன் இருட்டில் வினைபுரிகிறது. குளோரினுடன் சூரிய ஒளியின் முன்னிலையிலும், புரோமினுடன் வெப்பப்படுத்தும் போதும் ஹைட்ரஜன் வினைபுரிகிறது. ஹைட்ரஜன், அயோடினுடன் வினையூக்கி முனனிலையில் வெப்பப்படுத்தினால் மட்டுமே கூடுகிறது.

iv) ஹைட்ரமிலங்கள் ஒடுக்கும் கரணிகளாகும்.

v) HF தவிர, மற்ற ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகள் வாயுக்கள். மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பினால் HF ஒரு நீர்மமாக உள்ளது.

H – F .... H –F .... H–F .... H–F

vi) HX-ன் அமிலத்தன்மை கீழ்க்கண்டவாறு உள்ளது.

$HF < HCl < HBr < HI$.

ஃப்ளூரினின் மாறுபட்ட தன்மை

1. ஃப்ளூரின் அதிக வினைபுரியும் திறன் உடையது. ஏனெனில் F-F பிணைப்பை முறிக்க குறைவான அளவு ஆற்றலே தேவை.

2. நீர்த்த காரங்களுடன் வினைபுரியும் போது OF_2-வையும், அடர் காரங்களுடன் வினைபுரியும் போது O_2-யையும் வெளியேற்றுகிறது. அதே சூழ்நிலையில் மற்ற ஹேலஜன்கள் ஹைப்போ ஹேலைட்டுகளையும், ஹேலேட்டுகளையும் தருகின்றன.

3. ஹைட்ரஜன் மீதுள்ள அதிக நாட்டத்தினால் எளிதில் HF சேர்மத்தை உருவாக்குகிறது. ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் மூலம் அதிக எண்ணிக்கையில் HF மூலக்கூறுகள் ஒன்று சேர்ந்து உள்ளன. எனவே HF அமிலம் ஒரு வீரியம் குறைந்த அமிலம். ஆனால் மற்ற ஹைட்ரோஹேலிக் அமிலங்கள் வீரியம் மிக்கவை.

...... H– F...... H– F..... H–F.

4. உலோகங்களுடன் இது இரண்டு வகையான உப்புக்களைத் தருவதிலிருந்து, மற்ற ஹேலஜன்களிலிருந்து மாறுபடுகிறது. சான்று : NaF மற்றும் $NaHF_2$.

5. HF-ன் உப்புகள் மற்ற ஹேலோஅமிலங்களின் உப்புகளிலிருந்து வேறுபடுகிறது. AgF நீரில் கரையும் மற்ற AgX நீரில் கரைவதில்லை.

6. எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை அதிகமாக இருப்பதால் இது எதிர் (–) ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையை மட்டும் கொண்டுள்ளது. மற்ற ஹேலஜன்கள் எதிர் மற்றும் நேர் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளைக் கொண்டுள்ளன.

7. HF கண்ணாடியை அரிக்கும் தன்மை உடையது. ஆனால் மற்ற ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகள் கண்ணாடியை அரிப்பதில்லை.

8. ஃப்ளூரின் அணுவின் வெளிக்கூட்டில் d-ஆர்பிட்டால்கள் இல்லாததால் இது பாலி ஹாலைடுகளை உருவாக்குவதில்லை. எனவே, I_3^-, Br_3^-, Cl_3^- அயனிகள் உள்ளன. ஆனால் F_3^- அயனி இல்லை.

கண்ணாடியை அரிக்கும் தன்மை

தொழிற்சாலையில் ஃப்ளூரஸ்பார் (CaF_2)ஐ லெட் பாத்திரத்தில் அடர் சல்ஃபியூரிக் அமிலத்துடன் சூடுபடுத்தும் பொழுது HF கிடைக்கிறது.

$$CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF$$

HF வாலை வடிக்கப்பட்டு, அவற்றின் ஆவிகள் நீரால் குளிர்விக்கப்பட்டு, லெட் கொள்கலத்தில் சேகரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறாக கிடைக்கப்பெற்ற நீர்ம HF மெழுகு தடவிய பாட்டில்களின் பாதுகாக்கப்படுகிறது. இதை கண்ணாடி பாட்டில்களிலோ அல்லது சிலிகா பாட்டில்களிலோ பாதுகாக்க முடியாது. ஏனெனில் இது சிலிகா மற்றும் சிலிகேட்டுடன் வினைபுரியும்.

$$Na_2\,SiO_3 + 6HF \rightarrow Na_2SiF_6 + 3H_2O$$

$$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

சிலிகா மற்றும் சிலிகேட்டின் மீது HF-ன் செயல் கண்ணாடியை அரித்தலுக்குப் பயன்படுகிறது.

கண்ணாடி முதலில் மெழுகால் பூசப்படுகிறது. எந்த வடிவம் வேண்டுமோ அதனை மெழுகு பரப்பின் மீது வரைந்து, HF ஆவி அதன் மீது படும்படி வைக்க வேண்டும். பிறகு டர்பன்டைன் கொண்டு மெழுகை கழுவ வேண்டும். இப்பொழுது கண்ணாடியில் வரைந்த வடிவம் தெரிவதைக் காணலாம்.

3.5.1 ஃப்ளூரின் தனிமத்தை பிரித்தெடுத்தல்

குறியீடு- F	அணு எண் - 9	வரிசை எண் : 2
இணைதிறன்-1	அணு நிறை -19	தொகுதி எண் : 17

ஃப்ளூரின் தனித்து இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. இது மற்ற தனிமங்களுடன் சேர்ந்து சேர்மமாகவே கிடைக்கிறது.

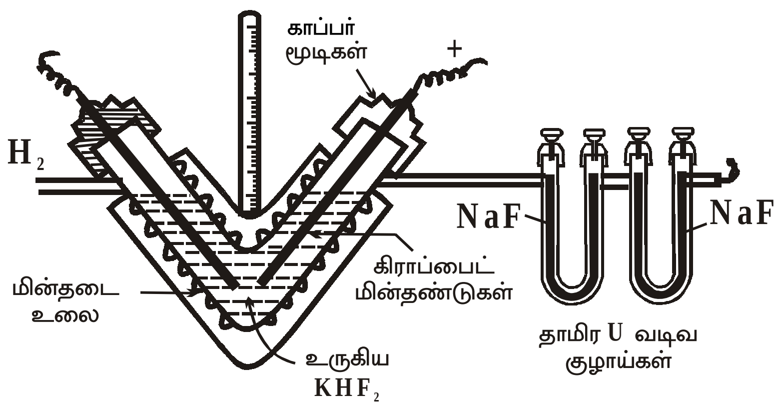
டென்னிஸ் முறை: இம்முறை 1931 ஆம் ஆண்டு டென்னிஸ், வீடர் மற்றும் ரோசெள ஆகியவர்களால் கண்டறியப்பட்டது. சோடியம் அல்லது ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடை (நன்றாக உலர்ந்த) மின்னாற் பகுத்து ஃப்ளூரின் தயாரிக்கப் படுகிறது. V-வடிவத்தால் ஆன மின்சாரத்தால் சூடுபடுத்தக் கூடிய காப்பர் குழாய் கிராஃபைட் மின் தண்டுகளுக்கிடையே மின்னாற்பகுத்தல் செய்யப்படுகிறது. குழாயின் முனைகள் காப்பர் மூடிகளினால் மூடப்பட்டுள்ளன. இவற்றினுள் கிராஃபைட் மின் தண்டுகள் பேக்கலைட் சிமெண்டினால் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. வெப்ப இழப்பை தவிர்க்க கனமான காப்பர் குழாய் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$KHF_2 \rightarrow KF + HF$$

$$HF \rightarrow H^+ + F^-$$

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \quad \text{(எதிர்மின்வாய்)}$$

$$2F^- - 2e^- \rightarrow F_2 \quad \text{(நேர்மின்வாய்)}$$



படம் 3.3 ஃப்ளூரின் தயாரித்தல்

நேர்மின் வாயில் வெளியேறும் ஃப்ளூரின் வாயு U-குழாயில் உள்ள சோடிம் ஃப்ளூரைடினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இது ஃப்ளூரினுடன் சேர்ந்து வரும் HF வாயுவை நீக்குகிறது.

$$NaF + HF \rightarrow NaHF_2$$

இயற்பியல் பண்புகள்

1. ஃப்ளூரின் வெளிர் பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிற வாயு.
2. மிக அதிகமாக ஊடுருவும் கார நெடியுடையது.
3. காற்றைவிட கனமானது.

வேதியியல் பண்புகள்

ஹேலஜன் குடும்பத்தில் மிக்க வீரியமுள்ள தனிமம் ஃப்ளூரின் ஆகும்.

1. ஹைட்ரஜனுடன் வினை: ஹைட்ரஜனுடன், ஃப்ளூரின் வெடிக்கும் தன்மையுடனும், மிக்க வீரியத்துடனும் இருட்டில் வினைப்பட்டு HF-ஐத் தருகிறது.

$$H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$$

2. அலோகங்களுடன் வினை: கார்பன், சிலிகன் மற்றும் பாஸ்பரஸ் போன்ற அலோகங்களுடன் எரிந்து ஃப்ளூரைடுகளைத் தருகிறது.

$$C + 2F_2 \rightarrow CF_4$$

டெட்ரா ஃப்ளூரோமீத்தேன்

$$Si + 2F_2 \rightarrow SiF_4$$

சிலிகன் டெட்ரா ஃபுளூரைடு

$$2P + 5F_2 \rightarrow 2PF_5$$

பாஸ்பரஸ் பென்டா ஃபுளூரைடு

3. உலோகங்களுடன் வினை: உலோகங்களுடன் வினை புரிந்து அவற்றின் ஃப்ளூரைடுகளைத் தருகிறது.

$$2Ag + F_2 \rightarrow 2AgF$$

$$2Al + 3F_2 \rightarrow 2AlF_3$$

4. ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள்: பல்வேறு வகையான ஹேலஜன் இடைச்சேர்மங்களை மற்ற ஹேலஜன்களுடன் வினைபுரிந்து தருகிறது.

$$Br_2 + 3F_2 \rightarrow 2Br\,F_3$$

$$I_2 + 5F_2 \rightarrow 2\,IF_5$$

பயன்கள்

1. ஃப்ரியான் போன்ற சேர்மங்களைத் தயாரிக்க ஃப்ளூரின் பயன்படுகிறது. நச்சுத் தன்மையற்ற, எரியும் தன்மையில்லா, ஆவியாகக் கூடிய இவ்வகை நீர்மங்கள் குளிரூட்டியாக குளிர் சாதனப் பெட்டியிலும், ஆழ்ந்த குளிரூட்டியிலும், குளிர் சாதனங்களிலும் (air conditioners) பயன்படுகிறது. டை குளோரோடைப்ளூரோ மீத்தேன் CF_2 Cl_2 என்ற ஃப்ரியான் அனைத்து சாதனங்களிலும் பொதுவாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.
2. CaF_2 உலோகவியலில் இளக்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
3. நொதிப்பதை தடுப்பதற்கும் மற்றும் பற்சிதைவை தடுப்பதற்கும் NaF பயன்படுகிறது.
4. அதி மின்னழுத்த சாதனங்களில் கடத்தாப் பொருளாக SF_6 பயன்படுகிறது.
5. டெப்லான் (Teflon), ஹைட்ரோ ஃபுளோரிக் அமிலம் சேமித்து வைக்கும் கலன் செய்யப் பயன்படுகிறது.
6. UF_6 ஆனது, U^{235} மற்றும் U^{238}-ஐ பிரித்தெடுப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.

ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள்

ஒரு ஹேலஜன் மற்றொரு ஹேலஜனுடன் சேர்ந்து பல சேர்மங்களை உருவாக்குவதற்கு ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் என்று பெயர். குறைந்த எலக்ட்ரான் கவர் தன்மையுள்ள தனிமம் முதலில் எழுதப்படுகிறது. பெயரிடும் பொழுதும் குறைந்த எலக்ட்ரான் கவர் தன்மையுள்ள தனிமம் முதலில் பெயரிடப்பட வேண்டும்.

இவை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

AX	**AX_3**	**AX_5**	**AX_7**
CIF BrF BrCl ICl IBr	ClF_3 BrF_3 ICl_3	BrF_5 IF_5	IF_7

ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களை ஹேலஜன்கள் நேரடியாக கூடி

உண்டாக்குகின்றன. அல்லது AX, AX_3, AX_5, AX_7 போன்ற குறை ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களுடன் ஹேலஜன் சேர்த்து உயர் ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களைப் பெறலாம்.

$$Cl_2 + F_2 \text{ (சம கன அளவு) } \xrightarrow{473K} 2ClF \text{ (AX வகை)}$$

$$I_2 + Cl_2 \text{ liquid (சமமோலார்) } \rightarrow 2ICl \text{ (AX வகை)}$$

$$Cl_2 + 3F_2 \text{ (அதிக அளவு) } \xrightarrow{573K} 2\,ClF_3 \text{ (}AX_3\text{ வகை)}$$

$$Br_2 + 3F_2 \text{ (நைட்ரஜன் கொண்டு நீர்த்தல்) } \rightarrow 2Br\,F_3 \text{ (}AX_3\text{ வகை)}$$

$$Br_2 + 5F_2 \text{ (அதிக அளவு) } \rightarrow 2Br\,F_5 \text{ (}AX_5\text{ வகை)}$$

$$I_2 + 5F_2 \text{ (அதிக அளவு) } \rightarrow 2IF_5 \text{ (}AX_5\text{ வகை)}$$

$$IF_5 + F_2 \text{ (அதிக அளவு) } \xrightarrow{573K} IF_7 \text{ (}AX_7\text{ வகை)}$$

எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை சிறிதளவே வேறுபட்டு இருப்பதால் சகப்பிணைப்பு உண்டாகிறது. எனவே உருகுநிலையும், கொதிநிலையும் எலக்ட்ரான் கவர் தன்மையின் வேறுபாடு அதிகரிக்கும்போது உயருகின்றன.

ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் பொதுவாக ஹேலஜன்களை விட அதிக வினைபுரியும் திறன் உடையவை. (F தவிர) ஏனெனில் A-X பிணைப்பு X–X பிணைப்பை விட வலிமையற்றது. ஹேலஜன்களைப் போல இவையும் வினைபுரியும் திறன் உடையவை. நீராற்பகுத்தால் ஹேலைடுகளையும், ஆக்ஸிஹேலைடு அயனிகளையும் தருகின்றன. உருவத்தில் பெரிய ஹேலஜன்களில் இருந்து ஆக்ஸிஹேலைடு அயனி உருவாகிறது.

$$BrF_5 + 3OH^- \xrightarrow{H_2O} 5F^- + \underset{\text{புரோமேட்}}{BrO_3^-} + 3\,H^+$$

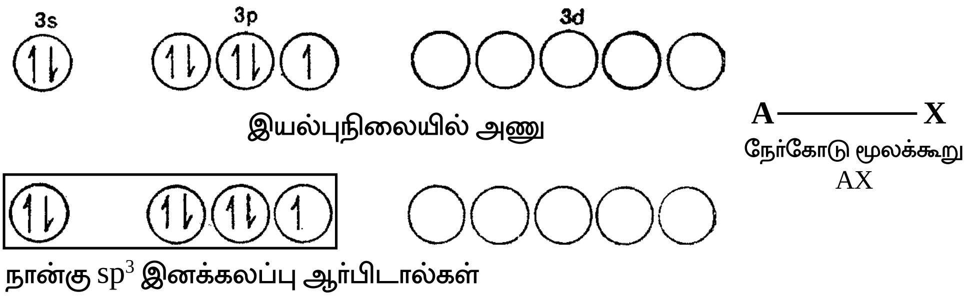
$$ICl + OH^- \xrightarrow{H_2O} Cl^- + \underset{\text{ஹைபோ அயோடைட்}}{OI^-} + H^+$$

ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களின் வடிவங்கள்

ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் பொதுவாக சகப் பிணைப்புச் சேர்மங்கள். இவற்றின் நடுவில் உருவத்தில் பெரிய ஹேலஜன் உள்ளது.

1. AX வகை. AX வகை நேர்கோட்டு அமைப்பாகும். CIF, BrF, BrCl, IBr மற்றும் ICI ஆகியன நேர்கோட்டு அமைப்பு உடையவை.

குளோரின் அணுவின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு இயல்புநிலை மற்றும் கிளர்வுற்ற நிலை 3.4-யில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

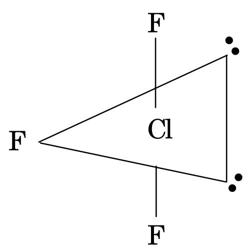


படம் 3.4 ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் **AX** வகை நேர்கோட்டு அமைப்பு

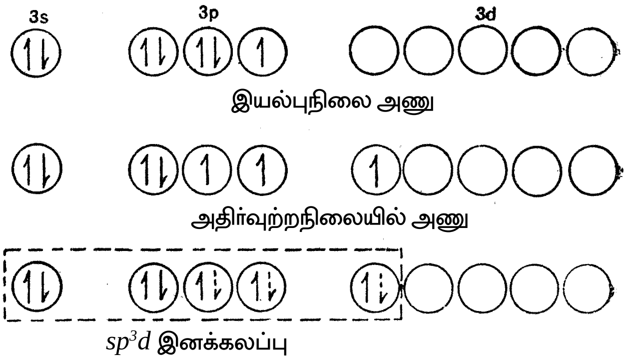
தனித்த எலக்ட்ரான் இரண்டாவது ஹேலஜனுடன் சகப்பிணைப்பை உண்டாக்குகிறது. எனவே இறுதியில் AX நேர்கோட்டு அமைப்பை பெறுகிறது.

2. AX_3 வகை: AX_3 வகை முக்கோண இருபிரமிடு அமைப்பை உடையது. (தனித்தஎலக்ட்ரானை தவிர்க்க T அமைப்பு உடையது).

இவ்வகை சேர்மம் sp^3d கலப்பினமாதல் மூலம் உருவாகின்றது. இது படம் 3.6-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. புள்ளி மூலம் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள மூன்று அம்புக்குறிகள் மூன்று ஃப்ளுரின் அணுக்களினால் வழங்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்களைக் குறிக்கின்றன.

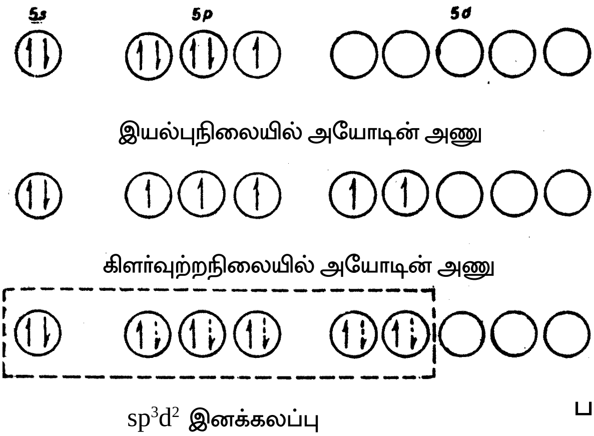


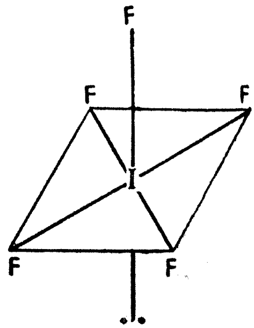
படம் 3.5 **CIF_3** மூலக்கூறின் அமைப்பு



படம் 3.6 **ClF_3** மூலக்கூறு உருவாதலில் பங்குபெறும் **sp^3d** இனக்கலப்பு

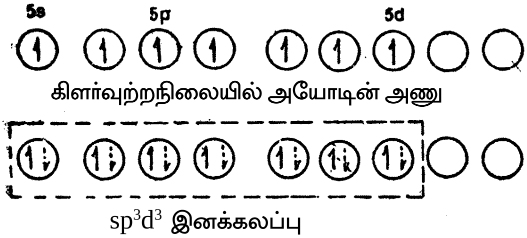
3. AX_5 வகை **(IF_5, BrF_5,** முதலியன**)** இந்த வகை சேர்மங்கள் sp^3d^2 கலப்பினமாதலால் உண்டாகிறது. இது படம் 3.7ல் காட்டியுள்ளபடி எண்முகி வடிவம். (தனித்த எலக்ட்ரானை தவிர்க்க சதுர பிரமிடு வடிவமுடையது)

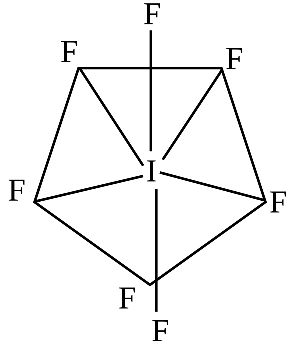




படம் 3.7 **IF_5**அமைப்பு

4. AX_7 வகை **(IF_7).** இவ்வகைச் சேர்மங்கள் sp^3d^3 கலப்பினமாதலால் உருவாகின்றன. இது ஐங்கோண இரு பிரமிடு அமைப்பை உடையது.





படம் 3.8 IF_7 அமைப்பு

கணக்கு

தொகுதி எண். 17, வரிசை எண். 2-ல் உள்ள **A** என்ற தனிமம் தனித்த பண்புடையது. **A** நீருடன் வினைபுரிந்து **B** மற்றும் **C** என்ற கலவையைத் தருகிறது. **A** இருட்டிலும் ஹைட்ரஜனுடன் அதிவேகத்துடன் வினைபுரிந்து **D** என்ற அமிலத்தைத் தருகிறது. **A,B,C,D** ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடி. வினைகளை விவரி.

தீர்வு

i) தொகுதி எண். 17 வரிசை எண். 2-ல் உள்ள வேறுபட்ட பண்புடைய **A** என்ற தனிமம் ஃப்ளுரின்.

ii) ஃப்ளுரின் நீருடன் வினைபுரிந்து **B** மற்றும் **C** என்ற கலவையைத் தருகிறது.

$$2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2$$
$$3F_2 + 3H_2O \rightarrow 6HF + O_3$$

எனவே, **B** என்பது ஆக்ஸிஜன், **C** என்பது ஓசோன்.

iii) ஃப்ளுரின் ஹைட்ரஜனுடன் வினைபுரிந்து **D**-யைத் தருகிறது.

$$F_2 + H_2 \rightarrow 2HF$$

∴ **D** என்பது ஹைட்ரோ ஃப்ளுரிக் அமிலம்.

3.6 தொகுதி 18 அரிய வாயுக்கள் அல்லது மந்த வாயுக்கள்

ஹீலியம், நியான், ஆர்கான், கிரிப்டான், செனான் மற்றும் ரேடான் போன்ற தனிமங்கள் தனிம வரிசை அட்டவணை 18-ல் உள்ளன. சாதாரண வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் இவை வாயுக்கள். ரேடான் தவிர மற்றவை

காற்றில் சிறிதளவே உள்ளன. ரேடியம் கதிரியக்கச் சிதைவடைந்து ரேடானைத் தருகிறது.

வளி மண்டலத்தில் மிகச் சிறிதளவே இருப்பதால் இவற்றிற்கு அரிய வாயுக்கள் என்று பெயர். வினைபுரியும் திறன் மிக மிகக் குறைவாக இருப்பதால் மந்த வாயுக்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. அதிக எண்ணிக்கையுள்ள செனான் சேர்மங்களும், இரண்டு கிரிப்டான் ஃபுளூரைடுகள் மட்டுமே இதுவரையில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே இவை உயரிய வாயுக்கள் என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

எலக்ட்ரான் அமைப்பு

இவற்றின் எல்லா தனிமங்களும் ns^2 np^6 எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. இறுதி எலக்ட்ரான் p-உள்கூட்டிற்குச் செல்வதால் இவை p-தொகுதி தனிமங்கள் எனப்படுகின்றன.

அட்டவணை **3.6** தொகுதி 18வது தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

தனிமம்	அணு எண்	எலக்ட்ரான் அமைப்பு	தொகுதி எண்	வரிசை எண்
ஹீலியம்	2	$1s^2$	18	1
நியான்	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	18	2
ஆர்கான்	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2\ 3p^6$	18	3
கிரிப்டான்	36	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2\ 4p^6$	18	4
செனான்	54	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2\ 4p^6 4d^{10} 5s^2\ 5p^6$	18	5
ரேடான்	86	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2\ 4d^{10} 4f^{14} 5s^2\ 5p^6 5d^{10} 6s^2\ 6p^6$	18	6

மந்த வாயுக்களைப் பிரித்தெடுத்தல்

மந்த வாயுக்கள் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் போன்றவைற்றையும், கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, நீராவி, தூசி போன்றவற்றையும் நீக்கி பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றை நீக்க

வேதியியல் அல்லது இயற்பியல் முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வேதியியல் முறைப்படி தேவையற்ற வாயுக்கள் சேர்மங்களாக மாற்றி நீக்கப்படுகின்றன, இயற்பியல் முறையில் நீர்மக் காற்றை பின்ன ஆவியாக்கல் மூலம் தேவையற்ற பொருட்கள் நீக்கப்படுகின்றன.

வேதியியல் முறை

மேன் மேலும் மின் பொறியை காற்றில் செலுத்தி நைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றை வினைபுரியச் செய்து நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடாக நீக்கப்படுகிறது. ($N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$) மீதமுள்ளவை மந்த வாயுக்களின் கலவையாகும். அடுத்ததாக (பரப்புக் கவர்ச்சியின் மூலம்) வேறுபட்ட வெப்பநிலைகளில் கிளர்வு பெற்ற கல்கரியினுள் மந்த வாயுக்களின் கலவையை செலுத்தி இவை பிரிக்கப்படுகின்றன.

படி 1 வளி மண்டலத்திலுள்ள ஆக்ஸிஜன் மற்றும் நைட்ரஜனை நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடாக நீக்குதல் ராம்சே-ராலே முறை

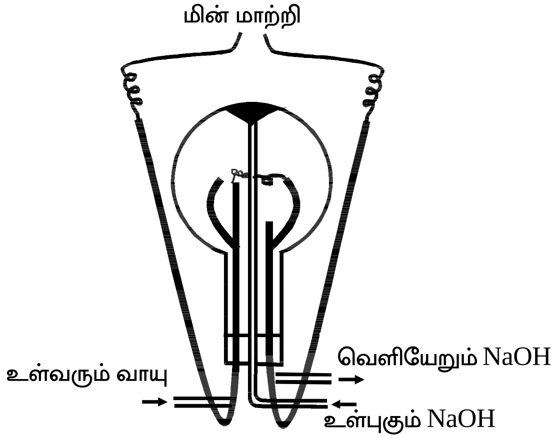
ராம்சே-ராலே முறை:- 50 லிட்டர் கொள்ளளவு உள்ள கண்ணாடியால் செய்யப்பட்ட கோள வடிவ பாத்திரத்தினுள் காற்று மற்றும் ஆக்ஸிஜன் கலந்த கலவை தொடர்ச்சியாக செலுத்தப்படுகிறது. இவற்றினுள் இரண்டு பிளாட்டினம் மின் முனைகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. 6000 - 8000 வோல்ட் மின்சாரம் இதனுள் செலுத்தப்படுகிறது. அப்போது நைட்ரஜன் வேகமாக ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடைத் தருகிறது. கலத்தினுள் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைத் தொடர்ச்சியாக செலுத்தி இந்த ஆக்சைடு கரைக்கப்படுகிறது.

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2\,NO$$

$$2\,NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

$$2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$$

கோள வடிவ கண்ணாடி பாத்திரத்தினுள் ஏதேனும் ஆக்ஸிஜன் இருப்பின் அது காரங்கலந்த பைரோகலால் செலுத்தி கரைத்து நீக்கப்படுகிறது. சிறிது நேரம் சென்றபின் காற்று, மின்சாரம் செலுத்துவதை நிறுத்தி மீதமுள்ள கலவையிலுள்ள மந்த வாயுக்கள் நீக்கப்படுகின்றன.



படம் 3.9 வேதியியல் முறையில் மந்த வாயுக்களைப் பிரித்தல்

படி 2 உயரிய வாயுக்களைப் பிரித்தெடுத்தல் (திவார் முறை)

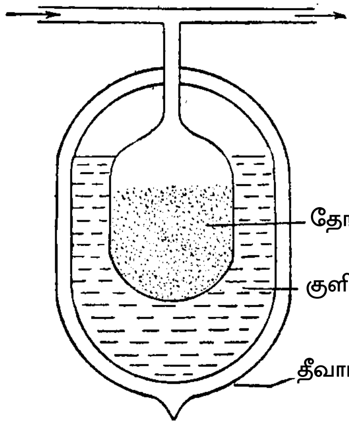
மேலே கிடைக்கப்பெற்ற உயரிய வாயுக்களின் கலவையை தேங்காய் ஒட்டு கரியினுள் செலுத்தி வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் மந்தவாயுக்களின் கலவை பரப்புக் கவர்ச்சி செய்யப்பட்டு தனித்தனியாக பிரித்தெடுக்கப் படுகின்றன.

இரட்டைச் சுவர் குமிழினுள் (double-walled bulb) தேங்காய் ஓட்டு கரியை எடுத்துக் கொண்டு 173K வெப்ப நிலையில் மந்த வாயுக்களின் கலவை செலுத்தப்படுகிறத. அரை மணி நேரம் அப்படியே வைக்கப்படுகிறது. 173K, வெப்பநிலையில் ஆர்கான், கிரிப்டான் மற்றும் செனான் போன்ற வாயுக்கள் தேங்காய் ஓட்டு கரியினால் பரப்புக் கவர்ச்சி செய்யப்படுகின்றன. ஹீலியம் மற்றும் நியான் கவரப்படுவதில்லை. இவை (He, Ne) வெளியேற்றப்பட்டு சேகரிக்கப்படுகிறது.

93K வெப்பநிலையில் வைக்கப்பட்ட தேங்காய் ஓட்டு கரியினுள் ஹீலியம் மற்றும் நியானைச் செலுத்த நியான் முழுவதும் கவரப்பட்டு ஹீலியம் மட்டும் வெளியேற்றப்படுகிறது.

173K வெப்பநிலையில் ஆர்கான், கிரிப்டான் மற்றும் செனான் போன்ற வாயுக்களைக் கொண்டுள்ள தேங்காய் ஓட்டு கரியானது நீர்மக் காற்றின்

வெப்பநிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள மற்றொரு தேங்காய் ஒட்டு கரியினுள் வைக்கப்படுகிறது. ஆர்கான் மட்டும் நீர்மக் காற்று வெப்பநிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள கரியினுள் விரவிச் செல்கிறது.



படம் 3.10 உயரிய வாயுக்களைப் பிரித்தெடுத்தல் (டிவார் முறை)

173K வெப்பநிலையில் உள்ள கரியினுள் கிரிப்டான் மற்றும் செனான் உள்ளன. வெப்பநிலையை 183K-க்கு அதிகப்படுத்தினால் கிரிப்டான் வெளியேற்றப்படுகிறது. செனான் கவரப்பட்டு கரியினுள்ளேயே உள்ளது. இதை வெப்பப்படுத்தினால் செனான் கிடைக்கிறது.

செனான் - ஃப்ளுரைடு சேர்மங்கள்

XeF_2, XeF_4, மற்றும் XeF_6 என்ற மூன்று வகையான ஃப்ளுரைடுகளை செனான் தருகிறது. Xe மற்றும் ஃப்ளுரினை சரியான சூழலில் நேரடியாக வினைபுரியச் செய்து இம்மூன்று சேர்மங்களையும் பெறலாம். செனானையும், ஃப்ளுரினையும் சூரிய ஒளி அல்லது மெர்க்குரி மின் வில்லிலிருந்து பெறப்பட்ட ஒளியின் முன்னிலையிலோ வெப்பப்படுத்த XeF_2 கிடைக்கிறது.

$$Xe + F_2 \xrightarrow{673K} XeF_2$$

$$Xe + 2F_2 \xrightarrow{673K} XeF_4$$

$$Xe + 3F_2 \xrightarrow{573K} XeF_6$$

பண்புகள்: XeF_2, XeF_4 மற்றும் XeF_6 நிறமற்ற படிக வடிவத் திண்மங்கள். 298 K வெப்பநிலையில் பதங்கமாகின்றன. இவை மிகச் சிறந்த ஃப்ளூரினேற்றிகள். சிறிதளவு நீரின் மூலமாகவும் நீராற்பகுக்க முடியும். சான்று

$$2XeF_2 + 2H_2O \rightarrow 2Xe + 4HF + O_2$$

அமைப்பு : VSEPR கொள்கையின்படி பெறப்பட்ட மூன்று செனான் ஃப்ளூரைடுகளின் அமைப்புகளும் அட்டவணை 3.7-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. XeF_2 மற்றும் XeF_4 நேர்கோடு மற்றும் தளவடிவம் உடையன. XeF_6 7 எலக்ட்ரான் ஜோடியைக் கொண்டுள்ளது. (6 பிணைப்பு மற்றும் ஒரு தனித்த எலக்ட்ரான்) இது ஒழுங்கற்ற எண்முகி வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது.

உயரிய வாயுக்களின் பயன்கள்

(A) ஹீலியம்

1. மிகவும் லேசானதாகவும், எரியும் தன்மையற்றதாகவும், இருப்பதால் ஹீலியம் பலூன்களில் அடைக்கப்பட்டு வானிலையை அறியப் பயன்படுகிறது.

2. மிகவும் லேசானதாக இருப்பதால் ஆகாய விமானங்களின் டயர்களில் நிரப்புவதற்கு ஹீலியம் பயன்படுகிறது.

3. நைட்ரஜன் குமிழ்கள் ரத்த நாளங்களுடன் சேர்ந்து “வளைவு” (bends) என்ற வலியை நீந்துபவர் மேற் பரப்பிற்கு வரும்போது உண்டாக்குகிறது. நைட்ரஜன்-ஆக்ஸிஜன் கலவைக்கு பதிலாக ஹீலியம்-ஆக்ஸிஜன் கலவை ஆழ்கடல் நீந்துபவர்களால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனெனில் இது நைட்ரஜனை விட இரத்தத்தில் குறைவாக கரையும் தன்மை உடையது.

4. ஆஸ்துமாவை குணப்படுத்த ஹீலியம் - ஆக்ஸிஜன் கலவை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

5. குறை வெப்ப நிலையில் சோதனைகள் செய்வதற்கு நீர்ம ஹீலியம் (கொதிநிலை 4.2K) கிரையோசெனிக் கரணியாக (cryogenic agent) பயன்படுகிறது.

6. NMR நிறமாலையிலும், மருத்துவத் துறையில் பயன்படும் MRI (Magnetic Resonance Imaging) ஸ்கேன் (Scan) போன்றவற்றில் பயன்படுத்தக் கூடிய அதிவேக கடத்தும் திறனுள்ள மின்காகிதங்கள் தயாரிக்க இது பயன்படுகிறது.

(B) நியான்

1. விளம்பரங்களில் பயன்படும் ஒளிரும் குழல் விளக்குகளில் பயன்படுகிறது (discharge tubes).

2. அதிக மின்னழுத்ததிலிருந்து மின் சாதனங்களை பாதுகாக்க ஹீலியத்துடன் சேர்த்து பயன்படுத்தப்படுகிறது.

3. மூடுபனியினுள் ஊடுருவிச் செல்லும் பண்பை பெற்றிருப்பதால் ஆகாய விமானங்கள் உயர்ந்த மலையின் மீது மோதாமல் இருக்க மலையின் மீது பொருத்துகின்ற விளக்குகளில் பயன்படுகிறது.

4. இது தாவரங்கள் வளர்வதைத் தூண்டுவதாலும், குளோரோபில் உருவாக பயன்படுவதாலும் நியான் விளக்குகள் தாவரத் தோட்டங்களில் பய்னபடுகிறது.

(C) ஆர்கான்

1. 26% நைட்ரஜனுடன் சேர்த்து இவ்வாயு நிரப்பப்பட்ட மின் விளக்குகளில் ஆர்கான் பயன்படுகிறது.
2. ரேடியோ வால்வுகளிலும், குழாய்களிலும் பயன்படுகிறது.

(D) கிரிப்டான் மற்றும் செனான்

1. ஒளிரக்கூடிய உலோக இழையைக் கொண்டுள்ள மின் பல்புகளில் நிரப்ப Kr மற்றும் Xe பயன்படுகின்றன.
2. மின்சாரத்தை வெளியேற்றும் குழாய்களில் (discharge tubes) பயன்படுகின்றன.

(E) ரேடான்

1. கதிரியக்க ஆய்விலும், கதிர்வீச்சின் மூலம் (radiotherapy) புற்றுநோயை குணப்படுத்தவும் பயன்படுகின்றன.

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையைத் தேர்வு செய்து எழுதுக.

1 பின்வருவனவற்றுள் எத்தனிமம் 13வது தொகுதியை சேர்ந்தது அல்ல?

a) B b) Al c) Ge d) In

2. பின்வருவனவற்றுள் எவை அதிகமாக புவியில் கிடைக்கின்றது?

a) C b) Si c) Ge d) Sn

3. ஒரு தனிமம் அளந்தறியப்பட்ட ஆக்ஸிஜனுடன் எரிந்து **A** என்ற ஆக்சைடைத் தருகிறது. A நீருடன் வினைபுரிந்து **B** என்ற அமிலத்தை தருகிறது. **B**யை வெப்பப்படுத்தினால் **C** என்ற அமிலத்தை தருகிறது. C சில்வர் நைட்ரேட்டுடன் மஞ்சள் நிற வீழ்படிவைத் தருகிறது A என்பது

a) SO_2 b) NO_2 c) P_2O_3 d) SO_3

4. உள்ளிப் பூண்டின் மணமுடைய சேர்மம் எது?

a) P_2O_3 b) P_2O_5 c) H_3PO_3 d) H_3PO_4

5. PCl_5 ன் வடிவம் யாது

a) பிரமிடு b) முக்கோண இரு பிரமிடு

c) நேர்கோட்டு வடிவம் d) நான்முகி

6. புகைத்திரையில் பயன்படுத்தப்படும் சேர்மம் எது?

a) PCl_3 b) PCl_5 c) PH_3 d) H_3PO_3

7. எது –1 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையில் மட்டும் உள்ளது?

a) F b) Br c) Cl d) I

8. ஒரு வரைபடத்தை கண்ணாடியில் எதன் உதவியுடன் வரைய முடியும்?

a) HI b) HF c) HBr d) HCl

9. ஹேலஜன் அமிலத்தில் வலிமை குறைந்தது எது?

a) HF b) HCl c) HBr d) HI

10. ஹேலஜன்களின் தொகுதி என்ன?

a) 14 b) 15 c) 17 d) 18

11. உயரிய வாயுக்களுக்கு வினைபுரியும் திறன் குறைவு, ஏனெனில்

a) ஒரே எண்ணிக்கையுள்ள எலக்ட்ரானக்ளை கொண்டுள்ளது

b) அணுக்கட்டு எண் ஒன்று

c) குறைந்த அடர்த்தி உடைய வாயுக்கள்

d) நிலைத்த எலக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றுள்ளன

12. XeF_4-ன் வடிவம்

a) நான்முகி b) எண்முகி c) தள சதுரம் d) பிரமிடு

13. கீழ்க்கண்டவற்றில் எது சாத்தியமற்றது?

a) XeF_6 b) XeF_4 c) XeO_3 d) ArF_6

14. மிகவும் லேசான, எரியாத தனிமம் எது?

a) He b) H_2 c) N_2 d) Ar

15. கீழ்கண்டவற்றுள் எது மிக அதிக முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலை கொண்டுள்ளது?

a) He b) Ne c) Ar d) Kr.

B. ஓரிரு வரிகளில் விடை எழுதுக.

16. பிளம்போ சால்வன்ஸி (plumbo solvency) பற்றி குறிப்பு எழுதுக.

17. H_3PO_3 இருகாரத்துவம் உடையது ஏன்?

18. a) PCl_5 b) H_3PO_3 ஆகியவற்றின் அமைப்பை வரைக.

19. P_2O_5 ஒரு மிகச்சிறந்த நீர்நீக்கும் கரணி என்பதை நிரூபி.

20. H_2S வாயுவாக உள்ளபோது H_2O மட்டும் ஏன் நீர்மமாக உள்ளது?

21. ஃபுளோரின் ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து உருவாக்கும் சேர்மங்களை ஆக்ஸிஜன் ஃப்ளுரைடு என்று அழைக்கிறோம். ஆனால் ஃபுளோரின் ஆக்சைடு என்று அழைப்பதில்லை ஏன்?

22. ஃபுளோரின் அயோடினைவிட அதிக எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை கொண்டபோதிலும் HI-ஐவிட HF ஏன் குறைந்த அமில வலிமையை கொண்டுள்ளது என்பதை விளக்குக.

23. ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் என்றால் என்ன? அவை எவ்வாறு உருவாகின்றன?

24. ஃபுளோரினின் ஆக்ஸிஜனேற்ற திறன் பற்றி கூறுக.

25. XeF_6 எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? அதன் மூலக்கூறு வடிவத்தைத் தருக.

26. ஏன் உயரிய வாயுக்கள் ஃபுளோரின் மற்றும் ஆக்ஸிஜனுடன் மட்டும் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன?

27. நியானின் பயன்களை எழுதுக.

C. விரிவாக விடையளி

28. சிலிகோன்கள் என்றால் என்ன? அவை எவ்வாறு உண்டாகின்றன? அவற்றின் பயன்களைக் குறிப்பிடுக.

29. லெட் பெருமளவில் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? அதன் முக்கியமான பண்புகளையும், பயன்களையும் பற்றி விவரி.

30. கீழ்கண்ட சேர்மங்கள் எவ்வாறு பாஸ்பரஸில் இருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன.

a) P_2O_3 b) P_2O_5 c) PCl_3 d) PCl_5 d) PH_3

31. ஃபுளோரைடுகளிலிருந்து ஃபுளோரின் எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது? அதன் முக்கியமான பண்புகளையும், பயன்களையும் பற்றி விவரி.

32. அயோடின் கொண்டுள்ள ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் பற்றி விரிவாக விவரி. அதன் அமைப்புகளை வரைக.

33. எவ்வாறு உயரிய வாயுக்கள் காற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன என்பதை விரிவாக விவரி?

34. செனான் மூலம் உருவாக்கப்படும் சேர்மங்களைப் பற்றி எழுதுக.

D. செய்முறை கணக்குகள்

1. தொகுதி எண் 14-ஐச் சேர்ந்த **A** தனிமம் ஓர் உலோகம், இதை கத்தியால் வெட்டலாம். இது ஒரு சிறந்த வெப்பம் கடத்தி மற்றும் மின்கடத்தி. **A** தூய நிலையில் நீருடன் வினைபுரியாது. ஆனால் காற்று கலந்த நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ராக்சைடைத் தருகிறது. **A**-ஐக் கண்டறிக.

2. தொகுதி எண். 15, வரிசை எண்.3-ல் உள்ள தனிமம் **A** நான்கு அணுக்களை உடையது. புறவேற்றுமை வடிவம் கொண்டது. **A** காரக் கரைசலுடன் சேர்ந்து **B**-ஐக் கொடுக்கிறது. **B** அழுகிய மீனின் மணமுடையது. **A** குளோரினுடன் வினைபுரிந்து **C** ஐக் கொடுக்கிறது. இது உள்ளிப் பூண்டின் மணமுடையது. **A**, **B** மற்றும் **C**-ஐக் கண்டறிக. வினைகளை எழுதுக.

3. தொகுதி எண். 15, வரிசை எண்.3-ல் உள்ள **A** என்ற தனிமம் குளோரினுடன் வினைபுரிந்து **B**-யைத் தருகிறது. சேர்மம் **B** நீராற்பகுப்படைந்து இருகாரத்துவ அமிலம் **C**-யைத் தருகிறது. சேர்மம் **C** தானாக ஆக்ஸிஜனேற்றம், ஒடுக்கம் அடைந்து முக்காரத்துவ அமிலம் **D** -ஐத் தருகிறது. தனிமம் **A**, சேர்மம் **B**, **C** மற்றும் **D**-ஐக் கண்டறிக. வினைகளை எழுதுக.

4. தொகுதி எண். 17, வரிசை எண்.2-ல் உள்ள **A** என்ற தனிமம் அதிக எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை உடையது. தனிமம் **A**,**B**-யுடன் வினைபுரிந்து **C**-ஐத் தருகிறது. **B**-யின் தொகுதி எண். 17, வரிசை எண்.4. சேர்மம் **C**

sp^3d^2 இனக்கலப்பு அடைந்து எண்முகி வடிவத்தைத் தருகிறது. தனிமம் **A** மற்றும் **B** சேர்மம் **C**-ஐக் கண்டுபிடி. வினைகளை எழுதுக.

தொகுப்புரை

- தனிம வரிசை அட்டவணையில் 13-18 வரை உள்ள தனிமங்கள் p-தொகுதி தனிமங்கள்.
- போரான் குடும்பம் 13வது தொகுதியில் உள்ளது- பொட்டாஷ் படிகாரம் அலுநைட்டிலிருந்து பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது.
- கார்பன் குடும்பம் 14வது தொகுதியில் உள்ளது.சிலிகோன் என்பது தொகுப்பு சிலிகோ கரிம பலபடிகள். கலீனாவிலிருந்து லெட் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது.
- நைட்ரஜன் குடும்பம் தொகுதி 15-ல் உள்ளது. பாஸ்பரஸ் ஆக்சைடுகளையும், ஹேலைடுகளையும், ஆக்ஸி அமிலங்களையும், ஹைட்ரைடுகளையும் உண்டாக்குகிறது.
- ஆக்ஸிஜன் குடும்பம் 16வது தொகுதியில் உள்ளது.
- ஹேலஜன் குடும்பம் 17வது தொகுதியில் உள்ளன. மற்ற ஹேலஜன்களிலிருந்து ஃப்ளூரின் வேறுபடுகிறது ஹேலஜன்கள் வினைத்திறன் மிக்கவை எனவே சேர்மங்களாக கிடைக்கின்றன. மற்ற தனிமங்களை விட ஃப்ளூரின் அதிக எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை உடையது. ஹேலைடு உப்புகளை மின்னாற்பகுத்து F_2 பெறும்முறை ஆகியன விளக்கப்பட்டுள்ளன.
- உயரிய வாயுக்கள் அல்லது மந்த வாயுக்கள் தொகுதி 18ல் உள்ளன. இவை முழுதும் நிரப்பப்பட்ட இணைதிறன் கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. குறைந்த வினை புரியும் திறன் உடையவை. செனான் ஃப்ளூரினுடனும், ஆக்ஸிஜனுடனும் சேர்ந்து சேர்மங்களை உண்டாக்குகிறது.

மேற்கோள் நூல்கள்

1. Inorganic Chemistry by P.L.Soni.
2. Inorganic Chemistry by Puri and Sharma.
3. Concise Inorganic Chemistry by J.D.Lee.
4. Chemistry fourth edition by McMurry Fay.

4. *d* - தொகுதி தனிமங்கள்

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *d-தொகுதித் தனிமங்களின் பொதுப்பண்புகளையும், நான்கு இடைநிலை வரிசைகளின் தன்மைகளையும் அறிதல்.*
- *உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் பொதுவான முறைகளை அறிதல்.*
- *உலோகக் கலவைகளின் இயைபு, பண்புகள் மற்றும் பயன்களை அறிதல்.*
- *சேர்மங்களைத் தயாரிக்கும் முறைகள், அவற்றின் பண்புகள் மற்றும் பயன்களை கற்று அறிதல்.*

"உலகம் முழுவதற்கும் ஒரே அறிவியல், ஒரே உண்மை, ஒரே தொழில், ஒரே சகோதரத்துவம் உருவாகும் காலம் வரப் போகிறது.... இதுவே என் நம்பிக்கை. அறிவியல் வளர்கிறது, வலிமையாக வளர்கிறது. இதுவே நாம் வாழ்வதற்கும், காத்துக்கிடப்பதற்கும் கிடைக்கும் பரிசு."

டிமிரிடிங் மெண்டலிவ், ருசிய வேதியியல் விற்பன்னர்.

d- தொகுதி
இடைநிலை தனிமங்கள்

1-2 s- தொகுதி

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21 Sc 3d	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
39 Y 4d	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
57 La 5d	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 1r	78 Pt	79 Au	80 Hg
89 Ac 6d	104 Rf	105 Ha	106 Dh	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub

13-17 p- தொகுதி

18 மந்த வாயுக்கள்

தனிம வரிசை அட்டவணையின் நடுப்பகுதியில் d-தொகுதி தனிமங்கள் அமைந்துள்ளன. இவை அனைத்தும் உலோகங்கள் ஆகும். d-தொகுதியில் நான்கு இடைநிலை வரிசைகளும், ஒவ்வொரு வரிசையிலும் 10 தனிமங்களும் உள்ளன.

இந்தத் தனிமங்களில், கடைசி எலக்ட்ரான் d-ஆர்பிட்டால் உள்ள இணைதிறன் கூட்டிற்கு முன் உள்ள கூட்டிற்கு, அதாவது (n-1) d ஆர்பிட்டாலுக்குச் செல்கிறது. எனவே இவை d-தொகுதி தனிமங்கள் என அழைக்கப்படுகிறது. இந்தத் தனிமங்கள் பகுதியளவே நிரம்பிய d-ஆர்பிட்டால்களை தனிம நிலையிலோ அல்லது அயனி நிலையிலோ பெற்றுள்ளன.

d-தொகுதி தனிமங்கள், இவற்றின் பண்புகள் அதிக நேர்மின்தன்மையுள்ள தனிமங்களுக்கும் (S-தொகுதி உலோகங்கள்) குறைந்த நேர்மின் தன்மையுள்ள தனிமங்களுக்கும் (p-தொகுதி அலோகங்கள்)இடையே அமைந்துள்ளதால் இடைநிலை தனிமங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

d-தொகுதி தனிமங்களை வகைப்படுத்துதல்

3d,4d,5d (அ) 6d நிரப்பப்படுவதைப் பொறுத்து கடைசி எலக்ட்ரான் ஆர்பிட்டாலில் நிரப்பப்படுவதைப் பொறுத்து இவை நான்கு வரிசைகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

i) 3d வரிசை (அ) முதல் இடைநிலை வரிசை ($_{21}Sc$ to $_{30}Zn$)

ii) 4d வரிசை (அ) இரண்டாவது இடைநிலை வரிசை ($_{39}Y$ to $_{48}Cd$)

iii) 5d வரிசை (அ) மூன்றாவது இடைநிலை வரிசை ($_{57}La$ and $_{72}Hf$ to $_{80}Hg$)

iv) 6d வரிசை (அ) நான்காவது இடைநிலை வரிசை ($_{89}Ac$ மற்றும் $_{104}Rf$ to 112) (அ) முற்றுப்பெறாத வரிசை.

d-தொகுதி தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

இடைநிலைத் தனிமங்களில் இணைதிறன் கூட்டிற்கு முன் உள்ள கூட்டில் d-ஆர்பிட்டால்கள் அடுத்தடுத்து நிரப்பப்படுகின்றன. முதல் இடைநிலை வரிசையில் 3d ஆர்பிட்டால்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. இது ஸ்காண்டியத்தில் தொடங்கி (Z=21) ஜிங்க் வரை செல்கிறது (Z=30).

இரண்டாவது இடைநிலை வரிசையில் 4d-ஆர்பிட்டாலின் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. இவற்றில் உள்ள 10 தனிமங்கள், எட்ரியம் (Z=39) முதல் காட்மியம் (Z=48) வரை உள்ளது.

மூன்றாவது வரிசையில் 5d-ஆர்பிட்டால்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. இந்த வரிசையின் முதல் தனிமம் லாந்தனம் (Z=57). இதைத் தொடர்ந்து உள்ள 14 தனிமங்கள் லாந்தனைடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. லாந்தனைடுகளில் 4f ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. ஹாப்னியத்தியத்திலிருந்து (Z=72) மெர்குரி (Z=80) வரை உள்ள தனிமங்கள் மூன்றாவது வரிசையைச் சேர்ந்தவை.

இடைநிலைத் தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு $\mathbf{(n-1)d^{1-10}\ ns^{1-2}}$. மூன்று இடைநிலை வரிசைகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு அட்டவணை 4.1ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

4.1 d-தொகுதி தனிமங்களின் சிறப்பியல்புகள்

4.1.1 அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள்

இடைநிலை தனிமங்களின் அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள் s-தொகுதி தனிமங்களை விட சிறியதாகவும், p-தொகுதி தனிமங்களைவிட பெரியதாகவும் உள்ளன. முதல் இடைநிலை வரிசைகளின் அணு மற்றும் அயனி ஆரம் அட்டவணை 4.1ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 4.1 முதல் இடைநிலை வரிசையில் உள்ள தனிமங்களின் அணு ஆரங்கள்

தனிமம்	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
அணு ஆரம் (pm)	144	132	122	118	117	117	116	115	117	125

முதல் இடைநிலை வரிசைகளின் அணு ஆரம் Sc லிருந்து Cr வரை குறைந்தும் பின் காப்பர் வரை ஓரளவு சீராகவும், பின்பு முடிவில் அதிகரித்தும் காணப்படுகின்றன. இவற்றை இரண்டு விளைவுகளின் அடிப்படையில் விளக்கலாம். அவை மறைத்தல் விளைவு மற்றும் அணுக்கரு மின்சுமை விளைவு ஆகும். இரண்டு விளைவுகளும் ஒன்றையொன்று எதிர்ப்பதால் அணுக்கரு மின்சுமை அதிகமாகிறது. எனவே Cr லிருந்து Cu வரை மிகச்சிறிய வேறுபாடு உள்ளதைக் காணலாம்.

இரண்டாவது மற்றும் மூன்றாவது வரிசைகளின் அணு ஆரங்கள் அட்டவணை 4.3-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

லாந்தனைடு குறுக்கத்தால் ஜிர்கோனியம் மற்றும் ஹாப்னியத்தின் அணு ஆர மதிப்புகள் ஏறத்தாழ ஒரே அளவைப் பெற்றுள்ளன.

4.1.2 உலோகத் தன்மை

வெளிக்கூடு மிகச்சிறியது. எனவே இத்தனிமங்களின் இணைதிறன் கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைவாக (2-க்குச் சமமாக) இருப்பதால் அனைத்து இடைநிலைத் தனிமங்களும் உலோகங்கள் ஆகும்.

இவை கடினமானவை, தகடாகத்தக்கவை, கம்பியாக நீட்டப்படும் தன்மை உடையவை. d-ஆர்பிட்டால்கள் பகுதியளவே நிரம்பியுள்ளதால் இவை சகப்பிணைப்பை உருவாக்க காரணமாகின்றன. இந்த உலோகங்கள் மின்சாரம் மற்றும் வெப்பத்தை நன்கு கடத்தும் தன்மையுடையவை.

4.1.3 நிறமுள்ள அயனி உருவாதல்

பெரும்பான்மையான இடைநிலை உலோகச் சேர்மங்கள் திட அல்லது கரைசல் நிலையில் நிறமுள்ளவையாக உள்ளன. உலோக அயனிகளின் நிறத்திற்குக் காரணம், தனித்த எலக்ட்ரான் அமைப்பு மற்றும் ஒரே d-இணை கூட்டில் உள்ள அடுத்தடுத்த ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு இடையேயான சிறிய ஆற்றல் மட்ட வேறுபாடு ஆகும். எனவே, ஒரு ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து மற்றொரு ஆற்றல் மட்டத்திற்குச் செல்ல குறைந்த அளவு ஆற்றல் மட்டுமே தேவைப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலை எளிதாக கட்புலனாகும் ஒளியினால் கூட தர இயலும். எனவே, உறிஞ்சப்பட்ட ஒளிக்கு ஈடான மற்றொரு நிறத்தைக் கொடுக்கிறது.

அட்டவணை 4.2 இடைநிலை உலோக அயனிகளின் நிறங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

அயனி	வெளிவட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்பு	நிறம்
Sc^{3+}, Ti^{4+}	$3d^0$	நிறமற்றது
Ti^{3+}	$3d^1$	கருஊதா
V^{3+}	$3d^2$	பச்சை
V^{2+}, Cr^{3+}	$3d^3$	ஊதா
Mn^{3+}	$3d^4$	ஊதா
Mn^{2+}	$3d^5$	இளம் பச்சை
Fe^{3+}	$3d^5$	பழுப்பு நிறம்
Fe^{2+}	$3d^6$	பச்சை
Co^{2+}	$3d^7$	இளஞ்சிவப்பு
Ni^{2+}	$3d^8$	பச்சை
Cu^{2+}	$3d^9$	நீலம்
Cu^{+}	$3d^{10}$	நிறமற்றது
Zn^{2+}	$3d^{10}$	நிறமற்றது

ஜிங்க், காட்மியம் மற்றும் மெர்குரி உப்புகள் எலக்ட்ரான்கள் இடப்பெயர்ச்சியாவதற்கு தேவையான ஆர்பிட்டால்களைப் பெற்றிருக்காததால் (முற்றிலும் நிரப்பப்பட்ட d -ஆர்பிட்டால்) நிறமுள்ள உப்பை உருவாக்குவதில்லை. Sc^{3+} அயனிகள் d-எலக்ட்ரான்கள் இல்லாததால் நிறமற்றவையாக உள்ளன.

4.1.4 வினையூக்கி பண்புகள்

இடைநிலைத் தனிமங்களும் அவற்றின் சேர்மங்களும் வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன. பின்வரும் காரணங்களால் இவை வினையூக்கிப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

i) வேறுபட்ட ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றிருப்பதால் இவை பல வினைபடு பொருள்களுடன் சேர்ந்து இடைநிலை பொருள்களைத் தருகின்றன.

ii) இவை தனிமங்களுக்கிடைப்பட்ட சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. இச்சேர்மங்கள் பரப்புக் கவர்ச்சிக்கு உட்பட்டு வினைபடு பொருள்களை கிளர்வுறச் செய்கின்றன.

வினையூக்கிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள்

i) ஹேபர் முறையில் அம்மோனியா தயாரித்தலில் இரும்பு/ மாலிப்டினம் வினையூக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

ii) SO_2 ஐ SO_3-யாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்ய வெனேடியம் பென்டாக்சைடு (v_2o_5) வினையூக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

iii) பாலித்தீன் தயாரிப்பால் $TiCl_4$ வினையூக்கியாக பயன்படுகிறது.

4.1.5 வேறுபட்ட ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகள்

அனைத்து இடைநிலைத் தனிமங்களும் வேறுபட்ட ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை அல்லது வேறுபட்ட இணைதிறன்களை அவற்றின் சேர்மங்களில் கொண்டுள்ளது. இந்தப் பண்பிற்கான காரணங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

i) இந்தத் தனிமங்களில் பல (n-1)d மற்றும் ns எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளன.

ii) (n-1)d மற்றும் ns ஆர்பிட்டாலுக்கும் உள்ள ஆற்றல் வேறுபாடு மிகக் குறைவாக உள்ளதேயாகும்.

இடைநிலைத் தனிமங்களின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளின் சிறப்பு பண்புகள்

1. அதிக எண்ணிக்கையில் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளைக் கொண்டுள்ளன. தனிமங்கள் வரிசையின் நடுவில் அல்லது நடுவிற்கு அருகில் அமைந்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, முதல் இடைநிலை வரிசையில் மாங்கனீஸ் அதிக எண்ணிக்கையில் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளை (+2 முதல் +7 வரை) கொண்டுள்ளது.

2. வரிசையில் முதலில் உள்ள தனிமங்கள் குறைந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையைக் கொண்டுள்ளன. ஏனெனில் இவை குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள d-எலக்ட்ரானை இது இழக்கலாம் அல்லது பகிர்ந்து கொள்ளலாம். வரிசையின் கடைசியிலும் அவை குறைந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையைப் பெற்றுள்ளன. ஏனெனில் d-எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாக உள்ளன. எனவே ஒருசில காலி d-ஆர்பிட்டால்கள் மட்டுமே பிணைப்பிற்கு பயன்படுகின்றன.

3. இடைநிலைத் தனிமங்களில் குறைந்த ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை உடைய தனிமங்கள் (+2 மற்றும் +3) பொதுவாக அயனிப் பிணைப்பையும், அதிகபட்ச ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை உடைய தனிமங்கள் சகப்பிணைப்பை உண்டாக்குகின்றன.

4. இடைநிலை உலோகங்கள் பெற்றுள்ள அதிகபட்ச ஆக்சிஜனேற்ற நிலை +8. எடுத்துக்காட்டு ருத்தீனியம் மற்றும் ஆஸ்மியம் மற்றும் அவற்றின் சில சேர்மங்களில் +8 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைப் பெற்றுள்ளன.

5. சில இடைநிலை உலோகங்கள் பூஜ்ஜிய ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையை அதன் சேர்மங்களில் பெற்றுள்ளன. $Ni(CO)_4$ மற்றும் $Fe(CO)_5$ ஆகியவை பொதுவான எடுத்துக்காட்டாகும்.

4.1.6 காந்தப்பண்புகள்

தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தே அவற்றின் காந்தத்தன்மை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. காந்தத் தன்மையைப் பொறுத்து அவற்றை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

i) பாரா காந்தத் தன்மை சேர்மங்கள்

தனித்த எலக்ட்ரானை பெற்றிருப்பதால் பாரா காந்தத் தன்மை என்ற பண்பைப் பெற்றுள்ளன. காந்தப்புலத்தால் ஈர்க்கப்படும் சேர்மங்கள் பாரா காந்தத்தன்மையுடையவை.

ii) டையா காந்தத் தன்மை சேர்மங்கள்

தனித்த எலக்ட்ரான்கள் இல்லாததால் டையா காந்தத் தன்மை என்ற பண்பைப் பெற்றுள்ளன. இவை காந்தப் புலத்தில் விலக்கமடைகின்றன.

பெரும்பாலான இடைநிலைத் தனிமங்களும் அவற்றின் சேர்மங்களும் பாரா காந்தத் தன்மையை பெற்றிருப்பதால் காந்தப்புலத்தால் ஈர்க்கப்படுகின்றன. தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது பாரா காந்தத் தன்மை பண்பும் அதிகரிக்கிறது. ஒரு சேர்மத்தின் காந்தத் தன்மையானது காந்தத் திருப்புத்திறன் மூலம் விளக்கப்படுகிறது. காந்தத் திருப்புத் திறன் கீழ்க்கண்ட தொடர்பின் மூலம் கணக்கிடப்படுகின்றது.

$$\mu = \sqrt{n(n + 2)}\,BM$$ (போர் மேக்னட்டான்)

n = தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

சான்று

Ti^{3+} -ல் தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை1. எனவே,

$$\mu = \sqrt{1(1+2)}BM = \sqrt{3} = 1.732\ B.M$$

காந்தத் திருப்புத் திறனின் மதிப்பு அதிகமாக இருக்கும்போது பாரா காந்தப் பண்பும் அதிகரிக்கிறது.

பாரா காந்தத்தன்மை மற்றும் டையா காந்தத் தன்மை தவிர, அயர்ன் போன்றவை சாதாரண உலோகங்களுடன் ஒப்பிடும்போது அதிக காந்தத்தன்மை உடையவை. இச்சேர்மங்கள் பெர்ரோ காந்தத் தன்மை (ferromagnetic) உடையவை என அழைக்கப்படுகின்றன.

4.1.7 அணைவுச் சேர்மங்கள் உருவாதல்

d-தொகுதி தனிமங்களின் நேர்மின் அயனிகள், ஈனிகள் எனப்படும். சில மூலக்கூறுகள் (CO, NO, NH_3....போன்றவை) அல்லது அயனிகளுடன் (F^-, Cl^-, CN^-....போன்றவை) அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மையை வலிமையாக பெற்றுள்ளன. அணைவு உருவாவதற்கான இரண்டு காரணங்கள் பின்வருமாறு

i) சிறிய உருவளவு மற்றும் அதிக நேர்மின் அடர்த்தி.

ii) காலியான (n-1)d ஆர்பிட்டால்களை பெற்றதால் அவை ஈனிகளில் உள்ள

தனித்த மற்றும் பிணைப்பில் ஈடுபடாத தனித்த இணை எலக்ட்ரான்களை பெற்று பிணைப்பை தோற்றுவிக்கிறது. அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு சில உதாரணம் பின்வருமாறு

$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, $[Ag(NH_3)_2]^+$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$,....போன்றவை.

4.1.8 உலோகக் கலவைகள் உருவாதல்

இடைநிலைத் தனிமங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து உலோகக் கலவைகளை உருவாக்குகின்றன. இது ஏனெனில் இவையனைத்தும ஏறத்தாழ ஒரே அணு அமைப்பை மற்றும் ஒரே மாதிரியான படிக அமைப்பை பெற்றிருப்பதால் ஒன்றின் இடத்தை மற்றொன்று எடுத்துக் கொள்ள முடியும்.

சான்று:Cr-Ni, Cr-Ni-Fe, Cr-V-Fe, Mn-Fe....உலோகக் கலவைகள் முதலியன.

4.2 முதலாவது இடைநிலை வரிசை

4.2.1 தோற்றம் மற்றும் காப்பர் பிரித்தெடுத்தலில் உள்ள தத்துவம்

அணு நிறை	: 63.54	இணைதிறன்	: 1 மற்றும் 2
அணு எண்	: 29	குறியீடு	: Cu

தனிம வரிசை அட்டவணையில் Cu-வின் இடம் -வரிசை எண்-4, தொகுதி எண் - 11.

தோற்றம்

மனித குலம் தோன்றிய போதே தெரிந்திருந்த உலோகம் காப்பர். சிப்ரஸ் தீவிலிருந்து எடுத்து உபயோகிக்கப்பட்டதால் ரோமானியர்கள் இவற்றை குப்ரம் எனப் பெயரிட்டனர். காப்பர் தனித்த நிலையில் தனிமமாகவோ அல்லது சேர்மமாகவோ கிடைக்கும். தனித்த காப்பர் அதிக அளவில் மிக்சிகன் (Michigan (USA)) நாட்டிலிருந்து கிடைக்கப் பெற்றது. காப்பர் இந்தியாவில் சிங்பும் (Singhbhum) (பீகார்), கேட்திரி மற்றும் டர்பியா (ராஜஸ்தான்) மற்றும் தமிழ்நாட்டிலும் கிடைக்கிறது.

தாதுக்கள்

i) காப்பர் பைரைட் , $CuFeS_2$.
ii) குப்ரைட் அல்லது ரூபி காப்பர், Cu_2O.
iii) காப்பர் கிளான்ஸ் , Cu_2S.

காப்பரின் முக்கியத் தாது காப்பர் பைரட் ஆகும். உலக அளவில் 76% காப்பர் இதிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

1. தூளாக்கி அடர்பித்தல்

தாதுவானது தூளாக்கப்பட்டு நுரை மிதப்பு முறையில் அடர்பிக்கப்படுகிறது.

2. வறுத்தல்

அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவானது எதிர் அனல் உலையில் இட்டு அதிக அளவு காற்று செலுத்தி வறுக்கப்படுகிறது. வறுத்தலின் போது,

i) ஈரப்பதம் வெளியேற்றப்படுகிறது.
ii) ஆவியாகக் கூடிய மாசுக்கள் நீக்கப்படுகிறது.
iii) சல்ஃபர், பாஸ்பரஸ், ஆர்செனிக் மற்றும் ஆன்டிமெனி போன்ற மாசுக்கள் ஆவியாகக் கூடிய ஆக்சைடுகளாக நீக்கப்படுகின்றன.

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$
$$P_4 + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$
$$4As + 3O_2 \rightarrow 2As_2O_3$$

iv) காப்பர் பைரைட்ஸ்கள் பகுதியளவு காப்பர் மற்றும் அயர்ன் சல்பைடுகளாக மாற்றப்படுகின்றன.

$$2CuFeS_2 + O_2 \rightarrow Cu_2S + 2FeS + SO_2$$
$$2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$$

3. உருக்கிப் பிரித்தல்

வறுக்கப்பட்ட தாது, தூளாக்கப்பட்ட கல்கரி மற்றும் மணலுடன் சேர்த்து ஊது உலையில் சூடுபடுத்தப்படுகிறது. உலையானது எஃகு தகட்டினால் செய்யப்பட்டு, உட்புறம் சுட்ட செங்கல்லினால் கட்டப்பட்டுள்ளது. 800°C -ல் சூடான காற்றானது உலையின் அடிப்பாகத்தில் உள்ள காற்று செலுத்தியின் வழியே உள்ளே செலுத்தப்படுகிறது. இதன் காரணமாக பின்வரும் மாற்றங்கள் நிகழ்கிறது.

$$2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$$
$$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$$ (இளகக்கூடிய கசடு)
$$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$
$$Cu_2O + FeS \rightarrow Cu_2S + FeO$$
$$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$$ (இளகக்கூடிய கசடு)

உருக்கி பிரித்தலின் காரணமாக, உலையின் அடிப்பாகத்தில் உருகிய இரண்டு அடுக்குகள் உருவாகின்றன. மேல் அடுக்கில் உள்ள கசடு மாசாக நீக்கப்படுகிறது. கீழ் அடுக்கில் உள்ள மாட்டியில் குப்ரஸ் சல்பைடு மற்றும் சிறிதளவு மாற்றமடையாத ஃபெரஸ் சல்ஃபைடு உள்ளது.

4. பெசிமராக்குதல்

பெசிமரானது இடைமட்ட அச்சில் அமைந்துள்ளது. இதனுடன் இணைக்கப்பட்ட துளைகளுடன் கூடிய சிறிய குழாய்களின் வழியே சூடான காற்று மற்றும் நுண்ணிய மணல் சேர்க்கப்படுகிறது.

ஏதாவது சல்ஃபர், ஆர்செனிக் மற்றும் ஆன்டிமனி சிறிதளவு இருப்பின் அவை ஆக்சைடுகளாக மாற்றப்படுகிறது. மாட்டியில் உள்ள ஃபெரஸ் சல்ஃபைடு ஃபெரஸ் ஆக்சைடாக மாற்றப்பட்டு கசடாக நீக்கப்படுகிறது.

$$2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$$
$$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3 \text{ (கசடு)}$$

சில குப்ரஸ் சல்பைடு குப்ரஸ் ஆக்சைடாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது. இந்த குப்ரஸ் ஆக்சைடு பிறகு அதிக குப்ரஸ் சல்ஃபைடுடன் வினைபுரிந்து காப்பர் உலோகமாக மாறுகிறது. மேலே கிடைத்த தூய்மையற்ற உலோகம் கொப்புளக் காப்பர் எனப்படுகிறது. இது 98% தூய்மையாக உள்ளது.

$$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$
$$2Cu_2O + Cu_2S \rightarrow 6Cu + SO_2$$

5. தூய்மைப்படுத்துதல்

கொப்புளக் காப்பரில் 2% மாசு உள்ளது. இதனை மின்னாற் தூய்மையாக்கல் மூலம் தூய்மைப்படுத்தலாம்.

மின்னாற் தூய்மையாக்கல்

சுத்தமான உலோகம் தயாரிக்க இந்த முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

i) தூய்மையற்ற காப்பர் உருளைகள் நேர்மின்வாய்
ii) தூய காப்பர் தகடு எதிர்மின்வாய்
iii) சல்ஃபியூரிக் அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட $CuSO_4$ மின்பகுளி

மின்பகுளியின் வழியாக மின்சாரத்தை செலுத்தும் போது தூய காப்பர் எதிர் மின் வாயில் படிகிறது. மாசுக்கள் நேர்மின் வாய்க்கருகில் குவியலாக படிகிறது. இது ஆனோடு மணல் (Anode mud) எனப்படுகிறது.

பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

காப்பர் செம்பழுப்பு நிறமுள்ள பளபளப்பான உலோகம். அதிக அடர்த்தியும், அதிக உருகுநிலையும் (1356°C) உடையது.

வேதிப் பண்புகள்

i) ஈரக்காற்று மற்றும் காற்றுடன் வினை

CO_2 மற்றும் ஈரக் காற்றின் முன்னிலையில் காப்பர் உலோகம் பச்சை நிற கார காப்பர் கார்பனேட் படிவத்தை தருகிறது.

$$2Cu + O_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow \underset{\text{பச்சை}}{Cu(OH)_2 . CuCO_3}$$

ii) வெப்பத்தின் விளைவு

காப்பரை ஆக்ஸிஜன் அல்லது காற்றின் முன்னிலையில் செஞ்சூட்டு நிலைக்கு சூடுபடுத்தினால் (1370K வெப்பநிலைக்கு கீழ்) முதலில் கருப்பு நிற குப்ரிக் ஆக்சைடாகவும், மேலும் 1370K வெப்பநிலைக்கு மேல் சூடுபடுத்தினால் சிவப்பு நிற குப்ரஸ் ஆக்சைடு உருவாகிறது.

$$2Cu + O_2 \xrightarrow{\text{1370K வெப்பநிலைக்கு கீழ்}} 2CuO$$

$$4Cu + O_2 \xrightarrow{\text{1370 K வெப்பநிலைக்கு மேல்}} 2Cu_2O$$

iii) அமிலங்களுடன் வினை

a) நீர்த்த **HCl** மற்றும் $\mathbf{H_2SO_4}$ -உடன் வினை

காற்றில்லாச் சூழல் (அல்லது) ஆக்ஸிஜனேற்றும் கரணி இல்லாத போது நீர்த்த HCl மற்றும் H_2SO_4 காப்பருடன் வினைபுரிவதில்லை. காற்றின் முன்னிலையில் உலோகம் அமிலத்தில் கரைகிறது.

$$2Cu + 4HCl + O_2 \text{ (air)} \rightarrow 2CuCl_2 + 2H_2O$$
$$2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 \text{ (air)} \rightarrow 2CuSO_4 + 2H_2O$$

b) நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினை

காப்பர் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து NO வாயுவை வெளிவிடுகிறது.

$$3Cu + 8HNO_3\text{(நீர்த்த)} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

c) அடர் HNO_3 மற்றும் H_2SO_4 உடன் வினை

காப்பர் அடர் HNO_3 மற்றும் அடர் H_2SO_4 அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து NO_2 மற்றும் SO_2 வை வெளிவிடுகிறது.

$$Cu + 4HNO_3 \text{ (அடர்)} \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$$

$$Cu + 2H_2SO_4 \text{ (அடர்)} \rightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

iv) குளோரினுடன் வினை

காப்பர் குளோரினுடன் வினைபுரிந்து காப்பர் குளோரைடு உண்டாகிறது.

$$Cu + Cl_2 \rightarrow CuCl_2$$

v) காரத்துடன் வினை

காப்பர் காரத்துடன் வினைபுரிவதில்லை.

பயன்கள்

1. மின் சாதனங்கள் மற்றும் மின் கம்பிகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
2. பாத்திரங்கள், கொள்கலன்கள், கலோரி மீட்டர்கள், நாணயங்கள் முதலியன தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
3. மின் முலாம் பூச பயன்படுகிறது.
4. தங்கம் மற்றும் வெள்ளி கலந்த உலோகக் கலவை நாணயங்கள் மற்றும் ஆபரணத் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

காப்பரின் உலோகக் கலவைகள்

உலோகக் கலவை	இயைபு	பயன்கள்
i) பித்தளை	Cu = 60-80, Zn = 20-40	பாத்திரங்கள், குளிர்வூட்டு குழாய்கள், மின்கம்பிகள் செய்யப் பயன்படுகிறது.
ii) வெண்கலம்	Cu = 75-90, Sn = 10-25	பாத்திரங்கள், சிலைகள் மற்றும் நாணயங்கள் செய்யப் பயன்படுகிறது.
iii) துப்பாக்கி உலோகம்	Cu = 87, Sn = 10, Zn = 3	துப்பாக்கி, பல்சக்கரங்கள், வார்ப்புகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

4.2.2 தோற்றம் மற்றும் குரோமியம் பிரித்தெடுத்தலின் பயன்கள்

குரோமியம்

அணு நிறை	:	51.99	இணைதிறன்	:	0,1,2,3,4,5,6
அணு எண்	:	24	குறியீடு	:	Cr

தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடம்: வரிசை எண்- 4, தொகுதி எண்- 6.

L.N. வான்குலின் என்ற பிரெஞ்ச் வேதியியலார் 1797 ஆம் ஆண்டு, அவர் சிபேரியாவில் கிடைத்த கனிமத்தை ஆய்வு செய்யும் போது ஒரு புதிய தனிமத்தைக் கண்டறிந்தார். இது நிறமுள்ள சேர்மங்களைக் கொடுப்பதால் இதற்கு குரோமியம் என்று பெயர். கிரேக்க வார்த்தை குரோமா என்றால் நிறம் என்று பொருள்படும்.

தோற்றம்

உலோக குரோமியம் தனித் தனிமமாக இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. பீகார், மைசூர், சென்னை, பம்பாய் ஆகிய இடங்களில் குரோமைட் தாது கிடைக்கிறது.

தாதுக்கள்

குரோமியத்தின் முக்கியமான தாது

குரோமைட் அல்லது குரோம் தாது, $FeO\ Cr_2O_3$

குரோமைட் தாதுவிலிருந்து குரோமியம் உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்

குரோமைட் தாதுவிலிருந்து குரோமியம் பிரித்தெடுத்தல் பின்வரும் படிகளைக் கொண்டது.

1. அடர்பித்தல்

நன்கு தூள் செய்யப்பட்ட தாது புவியீர்ப்பு விசையைப் பயன்படுத்தி அடர்பிக்கப்படுகிறது.

2. குரோமைட் தாதுவிலிருந்து $\mathbf{Na_2CrO_4}$ தயாரித்தல்

அடர்பிக்கப்பட்ட தாது அதிக அளவு சோடியம் கார்பனேட் மற்றும் சுட்ட சுண்ணாம்பு சேர்க்கப்பட்டு எதிர் அனல் உலையில் அதிக காற்றினைச் செலுத்தி 900-1000°C வெப்பநிலையில் வறுக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக குரோமைட்டில் உள்ள குரோமியம் நீரில் கரையும் இயல்புடைய

மஞ்சள் நிற சோடியம் குரோமேட்டாக மாறுகிறது.

$$4(FeO.\ Cr_2O_3) + 8Na_2CO_3 + 7O_2$$ (காற்றில் இருந்து)

குரோமைட் தாது $\downarrow$ 900-1000°C

$$8Na_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8CO_2$$

கரையும் தன்மை உடையது — கரையாது

சோடியம் குரோமேட்டிலிருந்து சோடியம் டை குரோமேட்டை பெறுதல்

நீரில் கரைந்த சோடியம் குரோமேட் கரைசலுடன் கணக்கிடப்பட்ட அளவு சல்ஃபியூரிக் அமிலத்தைச் சேர்க்க சோடியம் டை குரோமேட் தோன்றுகிறது.

$$2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$$

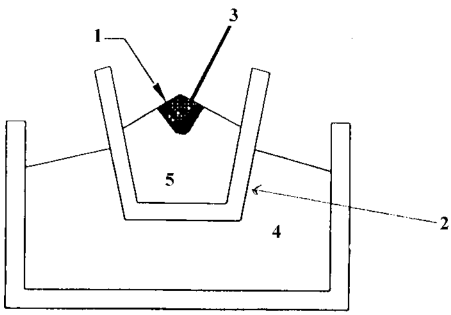
சோடியம் டை குரோமேட்டை குரோமிக் ஆக்சைடாக மாற்றுதல்

சோடியம் டை குரோமேட்டை கார்பன் கொண்டு ஒடுக்க சோடியம் குரோமைட் உண்டாகிறது. இதனை அதிக நீருடன் சேர்த்து வினைப்படுத்த Cr_2O_3 வீழ்படிவாகிறது.

$$Na_2Cr_2O_7 + 3C \rightarrow Na_2Cr_2O_4 + 3CO\uparrow$$

$$Na_2Cr_2O_4 + H_2O \rightarrow Cr_2O_3\downarrow + 2\ NaOH$$

குரோமிக் ஆக்சைடை ஒடுக்கி குரோமியம் பெறுதல் - அலுமினோ வெப்ப ஒடுக்க முறை



படம் 4.1 அலுமினோ வெப்ப முறை

1. BaO_2 + Mg தூள் 2. தீக்களிமண் புடக்குகை 3. மெக்னீசியம் நாடா, 4. மணல் 5. Cr_2O_3 + Al

குரோமியம் ஆக்சைடையும் கணக்கிடப்பட்ட அளவு அலுமினியத் தூளையும் 3:1 என்ற விகிதத்தில் கலந்து தீக்களிமண்ணால் செய்யப்பட்ட குப்பியில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இக்கலவையுடன் மெக்னீசியத் தூள் மற்றும் பேரியம் பெராக்சைடைக் கலந்து மேற்புறம் வைக்கப்படுகிறது. வெப்ப இழப்பைத் தவிர்க்க தீக்களிமண் மணலால் சூழப்பட்டுள்ளது. இந்தக் கலவையின் மேற்புறம் Mg நாடாவை வைத்து தீயிட வேண்டும். இந்த நிகழ்வின் போது அதிக அளவு வெப்பம் உண்டாகிறது. இந்த வெப்பம் Cr_2O_3-ஐ குரோமியமாக ஒடுக்குகிறது. உருகிய குரோமியம் குப்பியின் அடிப்புறத்தில் சேகரிக்கப்படுகிறது. அலுமினியம் ஆக்சைடு கசடாக நீக்கப்படுகிறது.

$$Cr_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Cr + Al_2O_3 + 468.6\ kJ$$

Cr-இன் பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

1. இந்த உலோகம் சில்வர் போன்று வெண்மையானது, படிக வடிவமுடையது.
2. இது மிகவும் கடினமானது. உடையக்கூடியது.
3. 2113K-இல் உருகுகிறது.

வேதியியல் பண்புகள்

1. காற்றுடன் வினை: சாதாரண வெப்பநிலையில் காற்றால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

மிகவும் அதிக வெப்பநிலைக்கு 2000°C வெப்பப்படுத்தும்போது இது குரோமிக் ஆக்சைடாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது.

$$4Cr + 3O_2 \rightarrow 2Cr_2O_3$$

2. நீருடன் வினை**:** அறை வெப்பநிலையில் வினை இல்லை. எனினும் செஞ்சூட்டு நிலையில் நீராவியைச் சிதைத்து குரோமிக் ஆக்சைடையும், ஹைட்ரஜனையும் கொடுக்கிறது.

$$2Cr + 3H_2O \rightarrow Cr_2O_3 + 3H_2$$

3. அமிலத்துடன் வினை**:** இது நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், சல்ஃபியூரிக் அமிலம் ஆகியவற்றுள் கரைந்து ஹைட்ரஜனை வெளியேற்றி குரோமஸ் உப்புக்களைத் தருகிறது.

$$Cr + 2HCl \rightarrow CrCl_2 + H_2\uparrow$$
$$Cr + H_2SO_4 \rightarrow CrSO_4 + H_2\uparrow$$

4. உயர் வெப்பநிலையில் அடர் சல்ஃபியூரிக் அமிலத்துடன் சல்ஃபர் டை ஆக்சைடை வெளியேற்றி குரோமிக் சல்பேட்டைத் தருகிறது.

$$2Cr + 6H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$$

5. தூய உலோகம் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அடர் அமிலம் உலோகத்தை மந்தத்தன்மை அடையச் செய்கின்றது. அதாவது இவ்வுலோகம் அதன் வழக்கமான வினைகளுக்கு உட்படுவதில்லை.

6. ஹேலஜன்களுடன் வினை: குரோமியம் நேரடியாக உலர்ந்த ஃபுளூரின் மற்றும் குளோரினுடன் சேர்ந்து குரோமியம் (III) ஹாலைடுகளைத் தருகிறது.

$$2Cr + 3F_2 \rightarrow 2CrF_3$$

$$2Cr + 3Cl_2 \rightarrow 2CrCl_3$$

பயன் : குரோம் முலாம் பூசுதலில்

1. குரோம் முலாம் பூசவேண்டிய பொருளை எதிர்மின்வாயாகவும், லெட் தகட்டை நேர்மின் வாயாயகவும் கொண்டு குரோமிக் அமிலம், சல்ஃபியூரிக் அமிலம் சேர்ந்த கலவை கரைசலை மின்பகுளியாகக் கொள்ளப்படுகிறது. மின்னாற் பகுக்கும் போது குரோமியம் பொருளின் மீது (எதிர்மின்வாய்) படிகிறது. பொதுவாக குரோம் முலாம் பூசுவதற்கு முன்பு நிக்கல் முலாம் பூசப்படுகிறது.

2. உலோக கலவை பெருமளவு தயாரிக்க பயன்படுகிறது. (எ.கா) குரோம் எஃகு, குரோம் வெனேடியம் எஃகு, துருப்பிடிக்காத எஃகு மற்றும் டங்ஸ்டன் எஃகு.

3. குரோம் நிக்கல் எஃகு கேடயங்கள் செய்யப்படுகின்றன.

4. குரோமியம் உப்புக்கள் நிறமூன்றிகளாகவும், நிறமுள்ள கண்ணாடி மற்றும் பீங்கான் பாத்திரங்கள் செய்ய பயன்படுகிறது.

5. சாயத் தொழில் குரோமியத்தின் சேர்மங்கள் நிறமிகளாகவும் மற்றும் தோல் பதனிடும் தொழிலிலும் பயன்படுகிறது.

குரோமியத்தின் உலோகக் கலவை

	உலோகக் கலவை	இயைபு	பயன்கள்
i)	ஃபெர்ரோகுரோம்	Cr = 65% Fe = 35%	இது குரோம் எஃகு பாதுகாப்பு பெட்டகங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
ii)	துருப்பிடிக்காத எஃகு	Cr = 11-13% C = 0.1 - 0.4% Fe = 73% Ni = 8%	இது சமையல் சாதனங்கள் மற்றும் பாத்திரங்கள் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.
iii)	நைக்ரோம்	Cr = 15%, Ni = 60% Fe = 25%	மின் தடைக் கம்பிகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
iv)	ஸ்டெல்லைட்	Cr = 20-35% Co = 40-80% Ni = 0.25% C = 0.75 - 2.5%	சமையல்சாதனங்கள்மற்றும் அறுவைச் சிகிச்சைக் கருவிகள் செய்யப் பயன்படுகிறது.

4.2.3 தோற்றம் மற்றும் ஜிங்க் பிரித்தெடுத்தலின் தத்துவங்கள்

ஜிங்க்

அணு நிறை : 65.37   இணைதிறன் : 2
அணு எண் : 30   குறியீடு : Zn
தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடம் : வரிசை எண்-4, தொகுதி எண்-12

பழங்காலத்தில் உலோகக் கலவையான Zn மற்றும் Cu ஏறத்தாழ பித்தலை போலவே உள்ளதாகக் கருதி அதன் இயைபை அறியாமலேயே பயன்படுத்துப்பட்டு வந்தது. முற்காலத்தில் இருந்து ஜிங்க் நம் நாட்டில் பழக்கத்தில் இருந்தது. ஆயூர்வேதத்தில் இது யஷ்தா (Yashda) என அழைக்கப்பட்டது. பொதுவாக ஜாஸ்ட் (jast) என அழைக்கப்படுகிறது.

தோற்றம்

இது வினைபுரியும் திறன் அதிகமுள்ள உலோகமாதலால் தனித்த நிலையில் கிடைப்பதில்லை. இருப்பினும், சேர்மங்களாக பெருவாரியான இடங்களில் காணப்படுகிறது.

தாதுக்கள்

இதன் முக்கிய தாதுக்களாவன

i) ஜிங்க் பிளன்ட், ZnS
ii) காலமைன், $ZnCO_3$
iii) ஜிங்சைட், ZnO

ஜிங்க்-ன்முக்கியத் தாது ஜிங்க் பிளண்ட். இந்தத் தாது இந்தியாவில் ராஜஸ்தானில் உள்ள உதய்பூர் அருகிலுள்ள ஜாவார் சுரங்கத்தில் கிடைக்கிறது.

ஜிங்க் பிளண்டிலிருந்து ஜிங்கை பிரித்தெடுத்தல்

ஜிங்க் பிளண்டிலிருந்து ஜிங்கை பிரித்தெடுத்தல் பின்வரும் படிகளில் நிகழ்கிறது.

1. அடர்பித்தல்

தூள் செய்யப்பட்ட தாது நுரை மிதப்பு முறையில் அடர்பிக்கப்படுகிறது.

2. வறுத்தல்

அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவை சுமார் 1200 K வெப்பநிலையில் அதிக அளவு காற்றைச் செலுத்தி வறுக்கப்படுகிறது.

$$2\,ZnS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2ZnO + 2SO_2$$

3. ஒடுக்கம்

ஜிங்க் ஆக்சைடு கல்கரியுடன் சேர்ந்து தீக்களிமண்ணால் செய்யப்பட்ட குப்பி போன்ற குழாய்களில் எடுத்துக் கொண்டு 1673 K வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்த ZnO ஆனது ஜிங்க் உலோகமாக ஒடுக்கப்படுகிறது.

$$ZnO + C \xrightarrow{1673\ K} Zn + CO$$

தூய்மையாக்கல்

மின்னாற் தூய்மையாக்கல் மூலம் ஜிங்க் தூய்மையாக்கப்படுகிறது. மாசு கலந்த ஜிங்க் நேர்மின்வாயாகவும், தூய ஜிங்க் தகட்டினை எதிர்மின் வாயாகவும் கொண்டு நீர்த்த சல்ஃபியூரிக் அமிலம், ஜிங்க் சல்பேட் சேர்ந்த கரைசலை மின் பகுளியாக எடுத்துக் கொண்டு மின்சாரத்தை செலுத்தும் போது நேர்மின்வாய் கரைந்து மிகத் தூய்மை வாய்ந்த ஜிங்க் எதிர்மின்வாயில் படிகிறது.

பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

i) நீலங்கலந்த வெண்மைநிற உலோகம்
ii) வெப்பம் மற்றும் மின்சாரத்தைக் கடத்தும்
iii) இதைக் கம்பியாக நீட்டலாம் மற்றும் தகடாக அடிக்கலாம்.

வேதிப் பண்புகள்

i) காற்றுடன் வினை

773 K வெப்பநிலையில் காற்றில் எரிந்து வெண்மையான பஞ்சு போன்ற ஜிங்க் ஆக்சைடு உருவாகி பிறகு இழை போன்று மாறுகிறது. பிளாசபர் உல் (philosopher's wool) எனப்படுகிறது.

$$2Zn + O_2 \xrightarrow{773\ K} 2ZnO$$

ii) நீருடன் வினை

தூய ஜிங்க் நீருடன் வினைபுரிவதில்லை. ஆனால் மாசு கலந்த ஜிங்க் (Zn-Cu இணை) நீராவியை சிதைத்து ஹைட்ரஜனை வெளியேற்றுகிறது.

$$Zn + H_2O \text{ (நீராவி)} \rightarrow ZnO + H_2$$

iii) நீர்த்த அமிலங்களுடன் வினை

தூய ஜிங்க் நீர்த்த அமிலங்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இருப்பினும் தூய்மையற்ற ஜிங்க் நீர்த்த அமிலங்களுடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனை வெளிவிடுகிறது.

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

iv) அடர் $\mathbf{H_2SO_4}$ உடன் வினை

அடர் H_2SO_4 த்துடன் ஜிங்க் வினைபுரிந்து $ZnSO_4$ தருகிறது.

$$Zn + 2H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

v) அடர் $\mathbf{HNO_3}$ உடன் வினை

ஜிங்க் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வேறுபட்ட செறிவில் வினைபுரிந்து வேறுபட்ட விளை பொருள்களைத் தருகிறது.

$$4\,Zn + 10\,HNO_3\,(dil) \rightarrow 4\,Zn\,(NO_3)_2 + N_2O + 5\,H_2O$$

நைட்ரஸ் ஆக்சைடு

$$4\,Zn + 10\,HNO_3\,(very\ dilute) \rightarrow 4\,Zn\,(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

அம்மோனியம் நைட்ரேட்

vi) காரங்களுடன் வினை

ஜிங்க் அடர் NaOH கரைசலுடன் வினைபுரிந்து கரையக் கூடிய ஜிங்கேட் அயனியை உண்டாக்குகிறது.

$$Zn + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$$

சோடியம் ஜிங்கேட்

ஜிங்க்-ன் பயன்கள்

1. அயர்ன் தகடுகளை கால்வனைஸ் செய்யப் பயன்படுகிறது.
2. சயனைடு முறையில் கோல்டு மற்றும் சில்வர் பிரித்தெடுத்தலில் பயன்படுகிறது.
3. ஜிங்க் தகடுகள் மற்றும் தண்டுகள், உலர் மின் கலம் மற்றும் பேட்டரிகளில் பயன்படுகிறது.
4. ஜிங்க் துகள்கள் ஆய்வகத்தில் ஒடுக்கும் கரணியாகப் பயன்படுகிறது.

4.3 இரண்டாவது இடைநிலை வரிசை

4.3.1 தோற்றம் மற்றும் சில்வர் பிரித்தெடுத்தலின் தத்துவம்

சில்வர்

அணு நிறை	:	108	இணைதிறன்	:	1
அணுஎண்	:	47	குறியீடு	:	Ag

தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடம் : வரிசை எண்-5, தொகுதி எண்-11.

தோற்றம்

சில்வர் தனித்த நிலையில் தனிமமாகவும், சேர்மமாகவும் கிடைக்கிறது.

தாதுக்கள்

சில்வரின் முக்கிய தாதுக்கள்

i) அர்ஜன்டைட் அல்லது சில்வர் கிளான்ஸ், Ag_2S

ii) ஹார்ன் சில்வர் அல்லது குளோரார்ஜிடைட், AgCl

iii) பைரார்ஜிரைட் அல்லது ரூபி சில்வர், $Ag_2S.\ Sb_2\ S_3$

சில்வரின் முக்கியத் தாது அர்ஜன்டைட். இந்தத் தாதுக்களில் சில்வர் மிகச்

சிறிதளவே (ஏறத்தாழ 1%) உள்ளது. சிறிதளவு சில்வரானது தங்கத் தாதுவில் இருந்து கர்நாடாகாவில் உள்ள கோலார் வயல்களிலும், அனந்தபூர் சுரங்கங்களிலும் கிடைக்கிறது.

அர்ஜன்டைட் தாதுவிலிருந்து சில்வர் பிரித்தெடுத்தல்

மாக் ஆர்தர் மற்றும் பாரஸ்ட் சயனைடு முறைப்படி சில்வர் அர்ஜன்டைட் தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இது பின்வரும் படிகளில் நிகழ்கிறது.

1. அடர்பித்தல்

தூளாக்கப்பட்ட தாது நுரை மிதப்பு முறை மூலம் அடர்பிக்கப்படுகிறது.

2. தாதுவை **NaCN** உடன் சேர்த்தல்

அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவை நன்கு தூள் செய்து 0.4-0.6% செறிவுள்ள சோடியம் சயனைடு கரைசலுடன் காற்றை செலுத்தி வினைப்படுத்தும் போது, சோடியம் அர்ஜன்டோ சயனைடு என்னும் கரையக்கூடிய அணைவுச் சேர்மம் உண்டாகிறது.

$$Ag_2S + 4NaCN \rightleftharpoons 2Na[Ag(CN)_2] + Na_2S$$

சோடியம் அர்ஜன்டோ சயனைடு (கரையும் தன்மை)

3. சில்வர் வீழ்படிவாதல்

சோடியம் அர்ஜன்டோசயனைடு கரைசல் வடிகட்டடப்பட்டு கரையாத மாசுக்கள் நீக்கப்படுகின்றன. வடிநீர் ஜிங்க் தூசியுடன் சேர்க்கப்பட்டு சில்வர் வீழ்படிவாக்கப்படுகிறது.

$$2Na[Ag(CN)_2] + Zn \rightarrow Na_2[Zn(CN)_4] + 2Ag\downarrow$$

4. மின்னாற் தூய்மையாக்கல்

மின்னாற் பகுத்தல் மூலம் மாசுள்ள சில்வர் தூய்மையாக்கப்படுகிறது. மாசுகலந்த சில்வரை நேர்மின் வாயாகவும், தூய சில்வர் தகட்டை எதிர்மின் வாயாகவும், 1% நைட்ரிக் அமிலம் கலந்த சில்வர் நைட்ரேட் கரைசல் மின்பகுளியாகவும் எடுத்துக் கொண்டு மின்சாரத்தை செலுத்தும் போது தூய சில்வர் நேர்மின் வாயில் இருந்து கரைந்து எதிர்மின் வாயில் படிகிறது.

4.3.2 சில்வர் நாணயத்திலிருந்து சில்வரைப் பெறுதல்

சில்வர் நாணயம் காப்பரும், சில்வரும் கலந்த உலோகக் கலவையாகும், இதனை, அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைக்கும் போது காப்பரும் சில்வரும் அதன் நைட்ரேட்டுகளாக $AgNO_3$ மற்றும் $Cu(NO_3)_2$ ஆக மாறுகிறது.

இக்கரைசலை கொதிக்க வைக்கும்போது உபரி நைட்ரிக் அமிலம் ஆவியாகின்றன. எஞ்சிய நைட்ரேட்டுகளுடன் அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்க்கும் போது, இதுவினை புரிந்து சில்வர் குளோரைடு வீழ்படிவாகிறது. காப்பர் கரைசலில் கரைந்து விடுகிறது. வீழ்படிவை வடிகட்டி பிரித்து அதிகஅளவு சோடியம் கார்பனேட்டுடன் வினைபடுத்தும் போது சில்வர் குளோரைடு சில்வராக ஒடுக்கப்படுகிறது.

$$4AgCl + 2Na_2CO_3 \rightarrow 4Ag\downarrow + 4NaCl + 2CO_2 + O_2$$

மேலே கிடைத்த சில்வர் ஆனது போராக்ஸ் உடன் சேர்க்கப்பட்டு, மின்னாற் தூய்மையாக்கல் செய்யப்படுகிறது.

பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

i) இது பளபளப்பான வெண்ணிற உலோகம்.

ii) 1233°C வெப்பநிலையில் உருகும், 2485°C வெப்பநிலையில் கொதிக்கும்.

iii) உருகிய நிலையில் உள்ள சில்வரானது அதன் கன அளவைப் போல 20 மடங்கு ஆக்ஸிஜனை உட்கொள்ளும் தன்மையுடையதாகும். இதனை குளிர்விக்கும் போது உறிஞ்சிய ஆக்ஸிஜன் வெளியேறுகிறது. இதற்கு "சில்வர் உமிழ்தல்" என்று பெயர். இச்செயலை உருகிய சில்வரின் மீது கரிபடலத்தை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் தடுக்கலாம்.

வேதியியல் பண்புகள்

i) நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினை

சில்வர் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து நைட்ரிக் ஆக்சைடு வாயுவை வெளியேற்றுகிறது.

$$3Ag + 4HNO_3 \rightarrow 3AgNO_3 + NO\uparrow + 2H_2O$$

ii) அடர் $\mathbf{HNO_3}$ மற்றும் அடர் $\mathbf{H_2SO_4}$ வினை

சூடான அடர் HNO_3 மற்றும் அடர் H_2SO_4-த்துடன் சில்வர் வினைபுரிந்து, NO_2 மற்றும் SO_2 வாயுக்களை முறையே வெளிவிடுகிறது.

$$Ag + 2\,HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + NO_2\uparrow + H_2O$$

$$2Ag + 2H_2SO_4 \rightarrow Ag_2SO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

iii) குளோரினுடன் வினை

சில்வர் குளோரினுடன் சில்வர் குளோரைடைத் தருகிறது.

$$2Ag + Cl_2 \rightarrow 2AgCl$$

iv) காரத்துடன் வினை

சில்வர் காரத்துடன் வினைபுரிவதில்லை.

சில்வரின் பயன்கள்

i) கண்ணாடிகளில் சில்வர் முலாம் பூச சில்வர் உப்புகள் பயன்படுகின்றது.
ii) AgBr புகைப்படத் தொழிலில் பயன்படுகிறது.
iii) சில்வர் உப்புகள் சில்வர் முலாம் பூச பயன்படுகிறது.
iv) சில்வர் மின்வாய்களில் பயன்படுகிறது.
v) சில்வர் இழைகள் மருந்துகளிலும், சில்வர் ரசக்கலவை பற்குழிகளை அடைக்கப் பயன்படுகின்றது.

4.4 மூன்றாவது இடைநிலை வரிசை

4.4.1 தோற்றம் மற்றும் கோல்டு பிரித்தெடுத்தலின் தத்துவம்

கோல்டு

அணு நிறை	: 196.97	இணைதிறன்	: 1, 3
அணு எண்	: 79	குறியீடு	: Au

தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடம் : வரிசை எண்-6, தொகுதி எண்-11.

தோற்றம்

கோல்டு பெரும்பாலும் தனிம நிலையிலேயே காணப்படுகின்றது. தங்கம் இயற்கையில் குவார்ட்ஸ் பாறைகளிடையே ரேகைகளாகக் காணப்படுகின்றன. மேலும் மணல் மற்றும் சிறு கற்கள் (பிளேசர் கோல்டு) அல்லது ஆற்றுபடுகை மண்ணில் (அலுவியல் கோல்டு) ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன.

தாதுக்கள்

கோல்டின் முக்கிய தாது

ஆற்று படுகை மண்ணிலுள்ள கோல்ட்

உலகத்தின் கோல்டு உற்பத்தியில் ஏறத்தாழ பாதியளவு கோல்டு தென் ஆப்பிரிக்கா சுரங்கங்களிலிருந்து கிடைக்கிறது. உலகில் கோல்டு உற்பத்தி செய்யும் நாடுகளில் இந்தியா 8வது இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. உலக மொத்த

உற்பத்தியில் 2% இந்தியாவிலிருந்து கிடைக்கிறது. கர்நாடகாவில் உள்ள கோலார் சுரங்கத்தில் 99.97% கோல்டு மொத்த உற்பத்தியில் பெறப்படுகிறது.

கோல்டை தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுத்தல்

மாக் ஆர்தர் பாராஸ்டு சயனைடு முறை

கோல்டு அதன் சல்பைடு (அல்லது) டெல்லுரைடு தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுத்தல் பின்வரும் படிகளில் நிகழ்கிறது.

i) தூளாக்குதல், நொறுக்குதல் மற்றும் அடர்பித்தல்

கோல்டு தாது நொறுக்கப்பட்டு, பிறகு நுரை மிதப்பு முறையில் அடர்பிக்கப்படுகிறது.

ii) வறுத்தல்

அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவானது அதிக அளவு காற்று (அ) ஆக்ஸிஜனில் வறுக்கும்போது, சல்ஃபர், ஆர்சனிக் மற்றும் டெல்லூரியம் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து, ஆவியாகக் கூடிய ஆக்ஸைடுகளாக வெளியேறுகின்றன.

iii) KCN சேர்த்தல்

நன்கு தூளாக்கப்பட்டு வறுக்கப்பட்ட தாது துளைகளுடன் கூடிய மர அடிப்பாகம் கொண்ட சிமெண்ட் அல்லது இரும்பினால் ஆன பெரிய கலனில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பிறகு நீர்த்த (0.5%) KCN சேர்க்கப்பட்டு 24 மணி நேரம் அதிக அளவு காற்றில் வைக்கப்படுகிறது. இதனால் கோல்ட் ஆனது KCN-ல் கரைந்து கரையக் கூடிய பொட்டாசியம் ஆரோ சயனைடு அணைவைத் தருகிறது.

$$4Au + 8KCN + 2H_2O + O_2 \rightarrow \underset{\text{பொட்டாசியம் ஆரோசயனைடு}}{4K[Au(CN)_2]} + 4KOH$$

iv) கோல்டை வீழ்படிவாக்கல்

மேலே கிடைத்த கரைசலில் உள்ள பொட்டாசியம் ஆரோ சயனைடை வடிகட்டி கரையாத மாசுக்களை நீக்கி, பின்பு ஜிங்க் தூளுடன் வினைப்படுத்தப் படுகிறது. கோல்டு ஆனது சிங்க்கை விட குறைந்த நேர்மின் சுமையுடையதால் கோல்டு வீழ்படிவாகிறது.

$$2K[Au(CN_2] + Zn \rightarrow K_2[Zn(CN)_4] + 2\,Au\downarrow$$

வீழ்படிவாக்கப்பட்ட கோல்டு வடிகட்டி பெறப்படுகிறது. இதை மேலும் மின்னாற் தூய்மையாக்கல் மூலம் தூய்மைபடுத்தப்படுகிறது.

iv) மின்னாற் தூய்மையாக்கல்

இந்த முறையில் மிக சுத்தமான கோல்டு பெறப்படுகிறது- மாசுள்ள கோல்டு நேர்மின் முனையிலும் சுத்தமான கோல்டு எதிர்மின் முனையிலும் எடுத்துக் கொண்டு, அமிலங்கலந்த (10-12% HCl) ஆரிக்குளோரைடை மின்பகுளியாகக் கொண்டு மின்சாரத்தை செலுத்தும்போது கோல்டு எதிர்மின் முனையில் படிகிறது.

பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

i) கோல்டு மஞ்சள் பொன் நிறமுள்ள பளபளப்பான உலோகம். இது 1063°C வெப்நிலையில் உருகி பச்சைநிற நீர்மமாக 2610°C கொதிக்கிறது.

ii) இது அனைத்து உலோகங்களைக் காட்டிலும் மிகவும் தகடாக மற்றும் கம்பியாக நீட்டக்கூடிய தன்மையுடையது.

iii) வெப்பம் மற்றும் மின்சாரத்தை நன்கு கடத்தும்.

வேதியியல் பண்புகள்

i) உலர்ந்த (அ) ஈரக்காற்று (அ) ஆக்ஸிஜனால் பாதிக்கப்படாது.

ii) கோல்டு காரத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

iii) ராஜதிராவகத்துடன் **(Aqua regia)** வினை

கோல்ட் ராஜதிராவகத்துடன் (3 பகுதி அடர் HCl + 1 பகுதி அடர் HNO_3) கரைந்து ஆரிக் குளோரைடைத் தருகிறது.

$$2Au + 9\,HCl + 3HNO_3 \rightarrow 2AuCl_3 + 6H_2O + 3NOCl$$

iv) குளோரினுடன் வினை

200°C வெப்பநிலையில் குளோரினுடன் சேர்ந்து ஆரிக் குளோரைடைத் தருகிறது.

$$2Au + 3Cl_2 \rightarrow 2AuCl_3$$

பயன்கள்

i) நாணயங்கள், நகைகள் மற்றும் ஆபரண பாத்திரங்களில் பயன்படுகிறது.

ii) கோல்டு இழைகள் அலங்காரப் பொருள்களிலும் எழுத்திலும், மருந்துகளில் டானிக்காகவும் பயன்படுகிறது.

iii) கூழ்ம ஸ்டானிக் அமிலத்துடன் கோல்டு சேர்ந்த கலவை கேசியஸ் ஊதா எனப்படுகிறது. இது ரூபி சிவப்பு கண்ணாடி மற்றும் உயர்தர மண்பாண்டங்களில் பயன்படுகிறது.

கோல்டின் தரம்

உலோகக் கலவையில் கோல்டின் அளவைப் பொருத்து கோல்டின் தரம் கேரட்டில் நிர்ணயிக்கப் படுகிறது. சுத்தமான தங்கம் 24 கேரட். தற்பொழுது ஆபரணங்களில் 18 கேரட் கோல்டு உபயோகத்திலுள்ளது. இந்த உலோகக் கலவையின் எடையில் 18 பகுதி கோல்ட் மற்றும் எஞ்சிய எடையில் 6 பகுதி பொதுவாக காப்பர் போன்ற உலோகம் உள்ளது.

4.5 சேர்மங்கள்

4.5.1 பொட்டாசியம் டை குரோமேட் ($K_2Cr_2O_7$)

குரோம் அயர்ன் தாதுவிலிருந்து $K_2Cr_2O_7$ தயாரித்தல் பின்வரும் படிகளில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

i) குரோமைட் தாதுவிலிருந்து சோடியம் குரோமேட் தயாரித்தல்

நன்கு தூள் செய்யப்பட்ட குரோம் அயர்ன் தாதுவானது Na_2CO_3 மற்றும் சுட்ட சுண்ணாம்புடன் சேர்த்து எதிர் அனல் உலையில் அதிக காற்றினை செலுத்தி வறுக்கப்படுகிறது.

$$4FeO.Cr_2O_3 + 8Na_2CO_3 + 7O_2 \rightarrow 8Na_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8CO_2\uparrow$$

ii) சோடியம் குரோமேட்டிலிருந்து சோடியம் டை குரோமேட் பெறுதல்

சோடியம் குரோமேட் கரைசலை வடிகட்டி, அதனுடன் அடர் H_2SO_4, சேர்த்தால் சோடியம் டை குரோமேட் உண்டாகிறது.

$$2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$$

iii) சோடியம் டை குரோமேட்டிலிருந்து பொட்டாசியம் டை குரோமேட் பெறுதல்

சோடியம் டை குரோமேட் கரைசலை அடர்பித்து KCl சேர்க்க பொட்டாசியம் டை குரோமேட் உண்டாகிறது. சோடியம் குளோரைடை விட பொட்டாசியம் டை குரோமேட் மிகவும் குறைந்த கரைதிறன் கொண்டுள்ளதாகையால் இது முதலில் படிகமாகிறது.

$$Na_2Cr_2O_7 + 2KCl \rightarrow K_2Cr_2O_7 + 2NaCl$$

பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

1. பொட்டாசியம் டை குரோமேட் ஆரஞ்சு நிற படிகம். இதன் உருகுநிலை 396°C.

2. குளிர்ந்த நீரில் ஓரளவே கரையும், ஆனால் சுடு நீரில் நன்கு கரையும்.

வேதியியல் பண்புகள்

1. வெப்பத்தின் விளைவு

இதனை வெப்பப்படுத்தும் போது பொட்டாசியம் குரோமேட், குரோமிக் ஆக்சைடு மற்றும் ஆக்ஸிஜனையும் தருகிறது.

$$4K_2Cr_2O_7 \rightarrow 4K_2CrO_4 + 2Cr_2O_3 + 3\ O_2$$

2. காரத்துடன் வினை

ஆரஞ்சுநிற $K_2Cr_2O_7$, கரைசலை காரத்துடன் வினைப்படுத்தும் போது குரோமேட் உருவாவதால் மஞ்சள் நிற கரைசல் உண்டாகிறது.

$$\underset{\text{ஆரஞ்சு சிவப்பு}}{K_2Cr_2O_7} + 2KOH \rightarrow \underset{\text{மஞ்சள்}}{2K_2CrO_4} + H_2O$$

மஞ்சள் நிற K_2CrO_4 கரைசலுடன் சல்ஃபியூரிக் அமிலத்தை சேர்த்தால் ஆரஞ்சு சிவப்பு நிற $K_2Cr_2O_7$ உருவாகிறது.

$$2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \underset{\text{ஆரஞ்சு சிவப்பு}}{K_2Cr_2O_7} + K_2SO_4 + H_2O$$

$Cr_2O_7^{2-}$ அயனி CrO_4^{2-} அயனியால் மாற்றப்படுவதிற்குக் காரணம் இந்த இரு அயனிகளும் சமநிலையில் உள்ளன.

$$\underset{\text{ஆரஞ்சு சிவப்பு}}{Cr_2O_7^{2-}} + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{மஞ்சள்}}{2CrO_4^{2-}} + 2H^+$$

3. ஆக்ஸிஜனேற்றும் பண்புகள்

$K_2Cr_2O_7$ ஒரு வலிவு மிக்க ஆக்ஸிஜனேற்ற கரணி. நீர்த்த H_2SO_4 முன்னிலையில், ஒரு மோல் சேர்மம் சிதைவடைந்து மூன்று ஆக்ஸிஜன் அணுவைத் தருகிறது.

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4(\text{நீர்த்த}) \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2\,(SO_4)_3 + 4H_2O + 3(O)$$

$K_2Cr_2O_7$ -ன் ஆக்ஸிஜனேற்ற பண்புக்கு வேறு சில எடுத்துக்காட்டுகள்.

i) **KI** -லிருந்து $\mathbf{I_2}$-ஐ வெளியேற்றுதல்

$$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6KI \rightarrow 4\,K_2SO_4 + Cr_2\,(SO_4)_3 + 3\,I_2 + 7H_2O$$

ii) ஃபெரஸ் உப்பை ஃபெரிக் ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றமடையச் செய்தல்

$$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6\,FeSO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2\,(SO_4)_3 + 3\,Fe_2\,(SO_4)_3 + 2H_2O$$

iii) $\mathbf{H_2S}$ -ஐ **S** ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றமடையச் செய்தல்

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3H_2S \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2\,(SO_4)_3 + 7H_2O + 3S$$

4. குரோமைல் குளோரைடு சோதனை

பொட்டாசியம் டை குரோமேட்டை ஏதாவது ஒரு குளோரைடு மற்றும் அடர் சல்ஃபியூரிக் அமிலத்துடன் சூடு செய்தால் ஆரஞ்சு சிவப்பு நிறமுடைய குரோமைல் குளோரைடு ஆவி கிடைக்கின்றன.

$$K_2Cr_2O_7 + 4KCl + 6H_2SO_4 \rightarrow 2CrO_2Cl_2 + 6\,KHSO_4 + 3H_2O$$

இந்த வினை பண்பறி பகுப்பாய்வில் குளோரைடு அயனியை கண்டறியப் பயன்படுகிறது.

பயன்கள்

i) பருமனறி பகுப்பாய்வில் பயன்படுகிறது.

ii) தோலைப் பதப்படுத்தலில் பயன்படுகிறது.

iii) காலிகோ அச்சிடுதலிலும், சாயத் தொழிலிலும் பயன்படுகிறது.

iv) ஒளிப்படவியலிலும், ஜெலாட்டின் இழைகளை கடினப்படுத்தவும் பயன்படுகிறது.

4.5.2 காப்பர் சல்பேட் $(\mathbf{CuSO_4.5H_2O})$ மயில் துத்தம்

தயாரித்தல்

i) ஆய்வகத்தில் குப்ரிக் ஆக்சைடு அல்லது குப்ரிக் ஹைட்ராக்சைடு அல்லது குப்ரிக் கார்பனேட்டை நீர்த்த H_2SO_4 -உடன் வினைப்படுத்தி காப்பர் சல்பேட் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

$$Cu(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O$$

$$CuCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

1. நீரேறிய உப்பு ஆழ்ந்த நீலநிறமுடையது. நீரற்ற $CuSO_4$ நிறமற்றது.
2. நீரில் நன்கு கரையும். ஆல்கஹாலில் கரையாது.

வேதியில் பண்புகள்

1. வெப்பத்தால் விளைவு

$CuSO_4.5H_2O$-வை வெப்பப்படுத்தும் போது தனது படிக நீரை முற்றிலும் இழந்து, பின் 720°C-யில் வெப்பநிலைக்கு சிதைந்து குப்ரிக் ஆக்சைடாகவும், சல்ஃபர் ட்ரை ஆக்சைடாகவும் மாறுகிறது.

$$\underset{\text{(Blue)}}{CuSO_4.5H_2O} \xrightarrow[-4H_2O]{100°C} CuSO_4.H_2O$$

$$CuSO_4.H_2O \xrightarrow[230°C]{-H_2O} \underset{\text{(White)}}{CuSO_4}$$

$$CuSO_4 \xrightarrow{720°C} SO_3 + CuO$$

2. அம்மோனியாவுடன் வினை

காப்பர் சல்பேட் கரைசலுடன் NH_4OH-ஐ துளித்துளியாக சேர்க்கும்போது அடர் நீல நிற அணைவுச் சேர்மம் உண்டாகிறது.

$$CuSO_4 + 4NH_4OH \rightarrow [Cu\,(NH_3)_4]SO_4 + 4H_2O$$

3. பொட்டாசியம் அயோடைடுடன் வினை

இது பொட்டாசியம் அயோடைடுடன் வினைப்பட்டு வெண்மை நிற குப்ரஸ் அயோடைடு வீழ்படிவைத் தருகிறது.

$$CuSO_4 + 2KI \rightarrow \underset{\text{(நிலையற்றது)}}{Cu\,I_2} + K_2SO_4$$

$$2CuI_2 \rightarrow \underset{\text{(வெண்மை நிற வீழ்படிவு)}}{Cu_2I_2} + I_2$$

4. **KCN** உடன் வினை

காப்பர் சல்பேட் பொட்டாசியம் சயனைடுடன் வினைப்பட்டு மஞ்சள் நிற குப்ரிக் சயனைடைத் தருகிறது. இது எளிதில் சிதைவடைந்து சயனோஜெனைத் தருகிறது.

$$CuSO_4 + 2KCN \rightarrow Cu(CN)_2 + K_2SO_4$$

$$2Cu(CN)_2 \rightarrow Cu_2(CN)_2 + (CN)_2$$

சயனோஜென்

5. காரத்துடன் வினை

காரங்களுடன் வினைபுரிந்து வெளிறிய ஊதா நிற காப்பர் ஹைட்ராக்சைடைத் தருகிறது.

$$CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$$

வெளிறிய ஊதா நிறமுடைய வீழ்படிவு

6. H_2S -உடன் வினை

காப்பர் சல்பேட் H_2S -உடன் வினைபுரிந்து கறுப்பு நிற காப்பர் சல்பைடைத் தருகிறது.

$$CuSO_4 + H_2S \rightarrow CuS + H_2SO_4$$

(கறுப்பு வீழ்படிவு)

பயன்கள்

1. விவசாயத்தில் கிருமி நாசினியாகவும், பூச்சிக் கொல்லியாகவும் பயன்படுகிறது.
2. காப்பர் சல்பேட், கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் (lime) சேர்க்கப்பட்டு போர்டோக் கலவை (Bordeaux mixture) என்ற பெயரில் காளான் கொல்லியாகப் பயன்படுகிறது.
3. மின் முலாம் பூசவும், காலிகோ அச்சிடுதலிலும், மின் பேட்டரிகளிலும் பயன்படுகிறது.

4.5.3 சில்வர் நைட்ரேட் (அல்லது) லூனார் காஸ்டிக் ($AgNO_3$)

தயாரித்தல்

உலோக சில்வரை நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்துடன் சேர்த்து சில்வர் நைட்ரேட் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$3Ag + 4HNO_3 \rightarrow 3AgNO_3 + 2H_2O + NO\uparrow$$

பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

1. நீரில் கரையும்
2. நீர்த்த கரைசல் ஒளியின் முன்னிலையில் சிதைவடைகிறது.

வேதியியல் பண்புகள்

1. வெப்பத்தால் வினை

வெப்பத்தினால் $AgNO_3$ இரண்டு நிலைகளில் சிதைவடைகிறது.

$$2AgNO_3 \xrightarrow{723\ K} \underset{\text{சில்வர் நைட்ரைட்}}{2AgNO_2} + O_2$$

$$AgNO_2 \xrightarrow{980\ K} Ag + NO_2$$

2. NaCl-உடன் வினை

கரையும் தன்மையுள்ள அயனிக் குளோரைடுடன் $AgNO_3$ வினைபுரிந்து வெண்மைநிற AgCl வீழ்படிவைத் தருகிறது.

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

3. சில்வர் நைட்ரேட் காரத்தன்மை மற்றும் ஆக்ஸிஜனேற்றும் பண்புடையது.

4. KBr, KI-உடன் வினை

$AgNO_3$ புரோமைடுகளுடன் வினைபுரிந்து வெளிறிய மஞ்சள் நிற AgBr என்ற வீழ்படிவையும், அயோடைடுகளுடன் வினைபுரிந்து AgI என்ற மஞ்சள் நிற வீழ்படிவையும் தருகிறது.

$$AgNO_3 + KBr \rightarrow AgBr\downarrow + KNO_3$$

வெளிறிய மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு

$$AgNO_3 + KI \rightarrow AgI + KNO_3$$

மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு

5. கரிமச் சேர்மங்களுடன் வினை

அம்மோனியா கலந்த சில்வர் நைட்ரேட், பார்மிக் அமிலம், பார்மால்டிஹைடு, குளுக்கோஸ் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிந்து சில்வர் ஆடியைத் தோற்றுவிக்கிறது.

$$2AgNO_3 + 2NH_4OH \rightarrow Ag_2O + 2NH_4NO_3 + H_2O$$

$$Ag_2O + HCOOH \rightarrow 2Ag\downarrow + H_2O + CO_2$$

பயன்கள்

1. புகைப்படத் தொழிலில் பயன்படும் சில்வர் ஹாலைடுகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
2. கண்ணாடிகளுக்குப் பூச்சாக பயன்படுகிறது.
3. மை, முடிச்சாயம் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
4. சில்வர் முலாம் பூசப் பயன்படுகிறது.
5. ஆய்வகத்தில் வினைப்பானாகப் பயன்படுகிறது.

4.5.4 ஜிங்க் கார்பனேட் ($ZnCO_3$)

இது இயற்கையில் காலமைன் என்ற பொருளாகக் கிடைக்கிறது.

தயாரித்தல்

ஜிங்க் சல்பேட் கரைசலுடன் $NaHCO_3$ கரைசலைச் சேர்த்து வினைப்படுத்தும் போது $ZnCO_3$ உண்டாகிறது.

$$ZnSO_4 + 2NaHCO_3 \rightarrow ZnCO_3 + Na_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

பண்புகள்

இயற்பியல் பண்புகள்

இது வெண்மையான தூள், நீரில் கரையாது.

வேதியில் பண்புகள்

இதனை வெப்பப்படுத்தும் போது 300°C வெப்பநிலையில் சிதைவடைந்து ஜிங்க் ஆக்சைடையும், கார்பன் டை ஆக்சைடையும் தருகிறது.

$$ZnCO_3 \xrightarrow{300°C} ZnO + CO_2$$

பயன்கள்

i) தோல் நோயைக் குணப்படுத்தும் களிம்புகளில் பயன்படுகிறது.
ii) அழகுப் பொருட்கள் தயாரித்தலில் பயன்படுகிறது.
iii) இரப்பர் தொழிற்சாலையில் நிறமியாகப் பயன்படுகிறது.

4.5.5 கேசியஸ் ஊதா

கேசியஸ் ஊதா என்பது கூழ்ம கோல்டு ஆகும். இது கரு ஊதா அல்லது சிவப்பு நிறம் உடையது. இது கேசியஸ் என்பவரால் கண்டறியப்பட்டதால்

கேசியஸ் ஊதா என்று அழைக்கப்படுகிறது.

தயாரித்தல்

மிக நீர்த்த கோல்டு குளோரைடுடன் ஸ்டேனஸ் குளோரைடை வினைப்படுத்தினால் இது கிடைக்கிறது.

$$2AuCl_3 + 3\,SnCl_2 \rightarrow 2Au\downarrow + 3SnCl_4$$

இவ்வாறு கிடைத்த கோல்டு, ஸ்டேனிக் குளோரைடை நீராற் பகுத்தலால் உண்டாகும் ஸ்டேனிக் ஹைட்ராக்சைடால் உறிஞ்சப்பட்டு கிடைக்கிறது.

$$SnCl_4 + 4H_2O \rightarrow Sn(OH)_4 + 4HCl$$

பயன்கள்

ரூபி சிவப்பு நிற கண்ணாடி மற்றும் உயர்தர மண்பாண்டங்கள் தயாரித்தலில் பயன்படுகிறது.

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. d-தொகுதி தனிமங்களின் பொதுவான எக்ட்ரான் அமைப்பு

   a) $(n-1)d^{1-10}\,ns^{0-2}$ b) $(n-1)\,d^{1-5}\,ns^2$
   c) $(n-1)d^0\,ns^1$ d) இவற்றில் எதுவுமில்லை

2. சேர்மங்கள் எதைக் கொண்டிருக்கும் பொழுது நிறமுள்ள அயனிகளை உருவாக்குகின்றன.

   a) இரட்டை எலக்ட்ரான்கள் b) தனித்த எலக்ட்ரான்கள்
   c) தனித்த ஜோடி எலக்ட்ரான்கள் d) இவற்றில் எதுவுமில்லை

3. எத்தொகுதி தனிமங்கள் பாராகாந்தத்தன்மையைக் பொதுவாக கொண்டுள்ளன.

   a) p-தொகுதி தனிமங்கள் b) d-தொகுதி தனிமங்கள்
   c) s-தொகுதி தனிமங்கள் d) f-தொகுதி தனிமங்கள்

4. $Ti(H_2O)_6^{3+}$ அயனியின் நிறத்திற்குக் காரணம்

   a) d-d இடப்பெயர்ச்சி
   b) நீர்மூலக்கூறுகளைப் பெற்றிருப்பதால்
   c) அணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட எலக்ட்ரான் பெயர்ச்சி
   d) மேற்கூறியவற்றில் எதுவுமில்லை

5. குரோமியத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

a) $3d^6\ 4s^0$ b) $3d^5\ 4s^1$
b) $3d^4\ 4s^2$ d) $3d^3\ 4s^2\ 4p^1$

6. பாரா காந்தத்தன்மை பண்பு ஏற்படக் காரணம்

a) ஜோடி எலக்ட்ரான்கள்
b) முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட எலக்ட்ரான் உள்கூடுகள்
c) தனித்த எலக்ட்ரான்கள்
d) முழுமையாக காலியாக உள்ள எலக்ட்ரான் உள்கூடுகள்

7. d-தொகுதி தனிமங்கள் நிறமுள்ள அயனிகளை உருவாக்கக் காரணம்

a) d-s இடபெயர்ச்சிக்கு ஆற்றலை உறிஞ்சுதல்
b) p-d இடப்பெயர்ச்சிக்கு ஆற்றலை உறிஞ்சுதல்
c) d-d இடப்பெயர்ச்சிக்கு ஆற்றலை உறிஞ்சுதல்
d) எந்த ஆற்றலையும் உறிஞ்சுவதில்லை

8. காப்பர் அணுவின் சரியான எலக்ட்ரான் அமைப்பு

a) $3d^{10}\ 4s^1$ b) $3d^{10}\ 4s^2$
c) $3d^9\ 4s^2$ d) $3d^5\ 4s^2\ 4p^4$

9. காப்பர் எதிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது?

a) குப்ரைட் b) காப்பர் கிளான்ஸ்
c) மாலகைட் d) காப்பர் பைரைட்டுகள்

10. எந்த சில்வர்உப்பு புகைப்படத் தொழிலில் பயன்படுகிறது?

a) AgCl b) $AgNO_3$ c) AgF d) AgBr

11. சோடியம் தயோ சல்படேட் புகைப்படத்தொழிலில் பயன்படுத்தப் படுவதற்குக் காரணம் அதனுடைய

a) ஆக்ஸிஜனேற்றும் தன்மை b) ஒடுக்கும் தன்மை
c) அணைவுச் சேர்மம் உருவாகும் தன்மை d) ஒளிவேதி தன்மை

12. உபரி சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு ஜிங்குடன் வினைபுரிந்து கீழ்க்கண்டவற்றுள் எதனை உருவாக்குகிறது?

a) ZnH_2 b) Na_2ZnO_2 c) ZnO d) $Zn(OH)_2$

13. கீழ்க்கண்ட சேர்மங்களில் எச்சேர்மம் குரோமைல் குளோரைடு சோதனைக்குக்கு உட்படாது?

a) $CuCl_2$ b) $HgCl_2$ c) $ZnCl_2$ d) C_6H_5Cl

14. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எந்த அயனி நிறமற்ற நீர்மக்கரைசலைத் தருகிறது?

a) Ni^{2+} b) Fe^{2+} c) Cu^{2+} d) Cu^{+}

15. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது நிறமற்ற சேர்மங்கள்?

a) Na_2CuCl_4 b) Na_2CdI_4 c) $K_4[Fe(CN)_6]$ d) $K_3[Fe(CN)_6]$

16. Cu பிரித்தெடுத்தலின் போது பெசிமர் மாற்றியில் நடக்கும் வினை

a) $2CuFeS_2 + O_2 \rightarrow Cu_2S + FeS + SO_2$

b) $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

c) $2Cu_2O + Cu_2S \rightarrow 6Cu + SO_2$

d) $2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$

17. தவறான கூற்றை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

a) அனைத்து குப்ரஸ் உப்புகளும் நீலநிறமாக உள்ளன

b) இடைநிலைத் தனிமங்கள் அதிக வினைபுரியும் திறன் கொண்டுள்ளது

c) அனைத்து குப்ரஸ் உப்புகளும் வெள்ளை நிறமாக உள்ளன

d) மெர்குரி ஓர் நீர்ம உலோகம்

18. $K_2Cr_2O_7$-ஐ பொறுத்தமட்டில் தவறான கூற்றுரையை தேர்வு செய்து எழுதுக.

a) இது ஒரு சிறந்த ஆக்ஸிஜனேற்றும் கரணி

b) இது தோல்பதனிடும் தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

c) இது நீரில் கரையக்கூடியது

d) இது ஃபெரிக் சல்பேட்டை ஃபெரஸ் சல்பேட்டாக குறைக்கிறது

19. இடைநிலை உலோக அயனியின் வலிமைமிக்க காந்தத் திருப்புத்திறன் வாய்ப்பாட்டை BM -ல் கூறுக.

a) $\sqrt{n(n-1)}$ b) $\sqrt{n(n+1)}$ c) $\sqrt{n(n+2)}$ d) $\sqrt{n(n+1)(n+2)}$

20. d-தொகுதி தனிமங்களைப் பொறுத்த சரியான கூற்றுரை

a) அவை அனைத்தும் உலோகங்கள்

b) அவை வேறுபட்ட இணைதிறன்களைக் கொண்டுள்ளன.

c) அவை நிறமுள்ள அயனிகளையும், அணைவுச் சேர்மங்களையும் உருவாக்குகின்றன.

d) மேற்கூறிய அனைத்தும் சரியானவை.

21. காப்பர் சல்பேட்டின் நீர்மக் கரைசலுடன் அதிக உபரி அளவு KCN ஐ சேர்க்கும் பொழுது உருவாகும் சேர்மம்

a) $Cu(CN)_2$ b) $K_2[Cu(CN)_6]$

c) $K[Cu(CN)_2]$ d) $Cu_2(CN_2) + (CN)_2$

22. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது அதிக எண்ணிக்கையிலான தனித்த எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளது.

a) Mn^{2+} b) Ti^{3+} c) V^{3+} d) Fe^{2+}

23. கீழே குறிப்பிட்ட கூற்றுகளில் தவறான ஒன்று எது?

a) காலமைனும், சிடரைட்டும கார்பனேட்டுகள்
b) அர்ஜன்டைட்டும், குப்ரைட்டும் ஆக்ஸைடுகள்
c) ஜிங்க் பிளெண்டும், பைரைட்டுகளும் சல்பைடுகள்
d) மாலகைட்டும், அசுரைட்டும் காப்பரின் தாதுக்கள்

24. காப்பரை உருக்கிப் பிரித்தெடுத்தலின் போது உருவாகும் கசடின் வாய்ப்பாடு

a) $Cu_2O + FeS$ b) $FeSiO_3$ c) $CuFeS_2$ d) $Cu_2S + FeO$

25. மிகக்குறைந்த அணு எண்ணைக் கொண்ட இடைநிலைத் தனிமம்

a) ஸ்கேண்டியம் b) டைட்டேனியம் c) ஜிங்க் d) லாந்தனம்

26. எந்த இடைநிலைத் தனிமம் அதிகபட்ச ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையைக் காட்டுகிறது?

a) Sc b) Ti c) Os d) Zn

B. ஓரிரு வரிகளில் விடையளி

27. d-தொகுதி தனிமங்கள் என்றால் என்ன?
28. d-தொகுதி தனிமங்கள் எவ்வாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன?
29. d-தொகுதி தனிமங்கள் மாறுபடும் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையை பெற்றிருப்பதேன்?
30. இடைநிலைத் தனிமங்கள் அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குவது ஏன்?
31. இரு இணைதிறன் கொண்ட முதல் இடைநிலை வரிசையில் Mn(II) அதிகபட்ச பாராகாந்தத்தன்மையைக் காட்டுகிறது ஏன்?

32. Ni^{2+} உப்புகள் நிறமுள்ளவையாக உள்ளன. ஆனால் Zn^{2+} உப்புகள் மட்டும் வெண்மையாக உள்ளன. ஏன்?

33. $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ நிறமற்றவை. $[Sc(H_2O)_6]^{3+}$ நிறமுள்ளதாக உள்ளது. விளக்குக.

34. ஒரு பொருளின் காந்தத் திருப்புத்திறன் 3.9 BM என்றால் அது எத்தனை தனித்த எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருக்கும்?

35. Zn,Cd,Hg இவற்றின் உருகுநிலை, கொதிநிலை குறைவு ஏன்? விளக்குக.

36. Mn^{3+} அயனிகளை விட Mn^{2+} அயனிகள் அதிக நிலைப்புத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. ஏன்? விளக்குக.

37. காப்பரின் இரண்டு உலோகக்கலவையை எழுதி அதன் பயன்களைக் கூறுக.

38. அலுமினோ வெப்ப-ஒடுக்க முறையைப் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.

39. இரண்டாவது இடைநிலை வரிசையில் உள்ள முதல் மற்றும் இரண்டாவது தனிமங்களின் பெயர்களைக் கூறுக.

40. இடைநிலைத் தனிமங்களின் அடர்த்தியைக் கொண்டு மிகவும் லேசான மற்றும் மிகவும் கனமான தனிமங்களின் பெயர்கைள எழுதுக.

41. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எந்தெந்த அயனிகள் நிறமில்லாத அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குகிறது.
Cu^{2+}, Zn^{2+}, Ti^{3+}, Ti^{4+}, Cd^{2+}

42. காப்பர் சல்பேட்டின் நீர்மக்கரைசலுடன் KI கரைசலைச் சேர்க்கும் பொழுது என்ன நிகழ்வு ஏற்படும்?

43. காப்பர் சல்பேட் படிகங்களை வெப்பப்படுத்தும் பொழுது என்ன விளைவு ஏற்படும்?

C. 60 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளி

44. காப்பர் அதன் முக்கிய தாதுவிலிருந்து எவ்வாறு பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது என்பதை விரிவாக விளக்குக.

45. தங்கத்தின் தாதுக்களை எழுதுக. ஆற்றுப்படுகை மண்ணிலிலுள்ள கோல்டிலிருந்து கோல்டு எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது என்பதை விளக்குக.

46. சில்வரின் தாதுக்களை பட்டியலிடுக. சில்வர் எவ்வாறு அர்ஜன்டைட்டிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது என்பதை விவரி.

47. ஜிங்க் பிளென்டிலிருந்து ஜிங்க் எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது என்பதை விரிவாக விளக்குக.

48. குரோமைட் தாதுவிலிருந்து டை குரோமைட் எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது என்பதை விளக்குக. அமிலங்கலந்த $K_2Cr_2O_7$ மற்றும் KI இடையிலான வினையின் சமன்செய்யப்பட்ட சமன்பாட்டை எழுதுக.

D. பயிற்சி கணக்குகள்

49. ஜிங்கின் முக்கிய தாதுவை வறுத்தெடுக்கும் பொழுது A சேர்மத்தை தருகிறது. A-யை கார்பனை வைத்து ஒடுக்கும் பொழுது B சேர்மத்தையும் கொடுக்கிறது. A, B சேர்மங்களைக் கண்டுபிடித்து, அதன் வேதிவினைகளைத் தருக.

50. 11-வது தொகுதியைச் சேர்ந்த ஓர் சல்பேட் சேர்மம் (A) இந்தச் சேர்மம் மயில் துத்தம் (Blue vitriol) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இச்சேர்மம் வெவ்வேறான வெப்பநிலைகளில் சிதைவடைந்து B,C,D என்ற சேர்மங்களைக் கொடுக்கிறது.

$$A \xrightarrow{305K} B \xrightarrow{373K} C \xrightarrow{423K} D$$

A,B,C,D ஆகிய சேர்மங்களைக் கண்டறி.

51. குரோமியத்தின் தாதுவிலிருந்து (A) பெறப்பட்ட குரோமியத்தின் சேர்மத்தில் உள்ள குரோமியத்தின் ஆக்ஸிஜனேற்ற எண் +6 ஆகும். இச்சேர்மம் Aல் இருந்து பெறப்படுகிறது. (A) வறுக்கப்பட்டு, உருகிய காரத்துடன் வினைப்படுத்த (B) என்ற சேர்மத்தைத் தருகிறது. B, அமிலத்தால் வினையுற்று (C) ஐத் தருகிறது. C, KCl உடன் வினையுற்று (D) ஐத் தருகிறது. A,B,C,D,E ஆகியவைகளை கண்டறி.

தொகுப்புரை

d- தொகுதி தனிமங்களின் பொதுவான பண்புகள் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளன. உலோகங்களின் பிரித்தெடுக்கும் முறை, தூய்மைப்படுத்தும் முறை மற்றும் அதன் பண்புகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. சேர்மங்களைத் தயாரிக்கும் முறை, பண்புகள் மற்றும் அதன் பயன்கள் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளன.

மேற்கோள் நூல்கள்

1. New concise Inorganic Chemistry by J.D.Lee, 3rd Edition, ELBS.

2. Advanced Inorganic Chemistry, P.L.Soni.

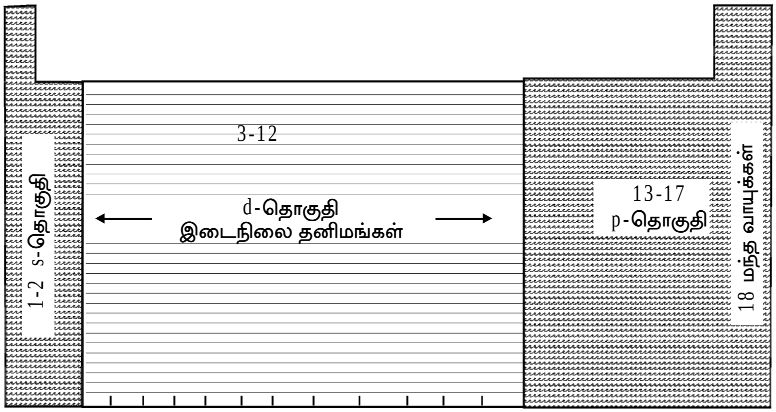
5. *f* - தொகுதி தனிமங்கள்

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *f*-*தொகுதி தனிமங்களின் பொதுப்பண்புகளையும், பிரித்தெடுத்தலையும் கற்றல்.*
- *லாந்தனைடு மற்றும் ஆக்டினைடுகளின் பண்புகளை ஒப்பிட்டு அறிதல்.*
- *லாந்தனைடுகளை பிரித்தெடுக்கும் பொது முறைகளை அறிதல்.*
- *லாந்தனைடு மற்றும் ஆக்டினைடுகளின் பயன்களை அறிந்து கொள்ளுதல்.*

உலோகத் தன்மையுள்ள தனிமம் லாந்தனம் 1939 ஆம் ஆண்டு கார்ல் மோசன்டர் (Carl Mosander) என்ற ஸ்வீடன் நாட்டைச் சேர்ந்த வேதியியலாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

இடைநிலை யுரேனியம் என்ற தனிமங்களைக் கண்டுபிடித்ததற்காககவும், வேதியியலில் அவற்றின் பங்கிற்காகவும் 1951 ஆம் ஆண்டு எட்வின் மாக்மில்லன் (USA) மற்றும் கிளென் சீபெர்க் (USA) என்ற இருவரும் நோபல் பரிசை பகிர்ந்து கொண்டனர். கிளென் சீபெர்க் (கலிபோர்னியா பல்கலைக் கழகம்) கலிபோர்னியம் என்ற தனிமத்தை கண்டுபிடித்தார்.



f- தொகுதி

உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள்

லாந்தனைடு வரிசைகள்	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு வரிசைகள்	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

தனிம வரிசை அட்டவணையில் f -தொகுதி தனிமங்களின் இடம் மேலே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

(n- 2)f ஆர்ப்பிட்டால்களில் கூடுதல் எலக்ட்ரான் நுழையும் தனிமங்களை f- தொகுதி தனிமங்கள் என்கிறோம். இவை மேலும் உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் இவை இடைநிலைத் தனிமங்களுக்கு உள்ளேயே இடைநிலை வரிசையை உண்டாக்குகின்றன. f-தொகுதி தனிமங்கள் அருமண் தனிமங்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை இரண்டு வரிசைகளாக பிரிக்கப்படுகின்றன.

i) லாந்தனைடு வரிசை (4f-தொகுதி தனிமங்கள்)
ii) ஆக்டினைடு வரிசை (5f-தொகுதி தனிமங்கள்)

5.1 f-தொகுதி தனிமங்களின் பொதுப் பண்புகள் மற்றும் பிரித்தெடுத்தல்

5.1.1 லாந்தனைடு வரிசை

லாந்தனத்திலிருந்து ($_{57}$La) லுட்டீசியம் ($_{71}$Lu) வரை உள்ள 15 தனிமங்கள் லாந்தனைடு வரிசை தனிமங்கள் எனப்படுகின்றன. லாந்தனம் மற்றும்

லுட்டீசியத்தில் பகுதியளவே நிரப்பப்பட்ட 4f துணைக்கூடுகள் இல்லை. ஆனால் 5d-துணைக்கூட்டில் எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இதனால் இந்த இரு தனிமங்களும் லாந்தனைடு வரிசையில் சேர்க்கப்படக் கூடாது. இருப்பினும் இந்த தனிமங்கள் லாந்தனத்தை அதிக அளவில் ஒத்துள்ளன. எனவே இவை லாந்தனைடு வரிசையில் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

லாந்தனைடுகளின் பொதுப்பண்புகள்

1. எலக்ட்ரான் அமைப்பு

லாந்தனைடுகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு அட்டவணை 5.1-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. Ce லிருந்து Lu வரை 14 எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படும் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $[_{54}Xe]4f^{1-14}5d^{1}6s^{2}$.

2. ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகள்

நீர் கரைசல்களிலும், திட நிலையிலும் லாந்தனைடுகளின் முதன்மையான ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை +3 (Ln^{3+}) ஆகும். சில தனிமங்கள் +2, +4 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையிலும் உள்ளன.

3. +3 லாந்தனைடு அயனிகளின் ஆரம்

லாந்தனைடு வரிசையில் லாந்தனத்திலிருந்து லுட்டீசியம் வரை M^{3+} அயனிகளின் பருமன் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. M^{3+} நேர் அயனிகளின் ஆரம் படிப்படியாக குறைந்து வருவதே லாந்தனைடு குறுக்கம் எனப்படும்.

லாந்தனைடு குறுக்கத்தின் காரணங்கள்

உள் கூட்டிலுள்ள 4f எலக்ட்ரான்களின் சீர்மையற்ற திரை மறைப்பினால் லாந்தனைடு குறுக்கம் உண்டாகிறது. லாந்தனைடு வரிசையில், உட்கருவின் சுமையும், 4f எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் ஒவ்வொரு படியிலும் ஒன்று ஒன்றாக கூடுகிறது. இருப்பினும் சீர்மையில்லா திரை மறைப்பினால் உட்கருவின் சுமை அதிகமாகி, 4f-உள் கூட்டில் குறுக்கம் ஏற்படுகிறது.

லாந்தனைடு குறுக்கத்தின் விளைவுகள்

லாந்தனைடு குறுக்கத்தின் முக்கியமான விளைவுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

i) அயனிகளின் காரத் தன்மை

லாந்தனைடு குறுக்கத்தால், Ln^{3+} அயனிகளின் பருமன், அணு எண் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க படிப்படியாக குறைகிறது. பாஜான்ஸ் விதியின்படி, Ln^{3+} அயனிகளின் பருமன் குறைவதால், $Ln(OH)_3$-இல் உள்ள Ln^{3+} மற்றும் OH^--அயனிக்கும் இடையே உள்ள சகப்பிணைப்புப் பண்பு அதிகமாகிறது. Ln^{3+} அயனிகளின் பருமனின் வரிசை

$$La^{3+} > Ce^{3+} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots > Lu^{3+}$$

ii) அயனி ஆரம் படிப்படியாக குறைந்து கொண்டே வருகிறது.

iii) அணு எண் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க ஒடுக்கும் காரணியாக செயல்படும் திறனும் குறைகிறது.

iv) இரண்டாம் மற்றும் மூன்றாம் வரிசையில் உள்ள d-தொகுதி இடைநிலை தனிமங்களின் பண்புகள் லாந்தனைடு குறுக்கத்தால் அதிக அளவில் ஒத்துள்ளன.

v) லாந்தனைடு குறுக்கத்தால் இந்தத் தனிமங்கள் எளிதில் பிரிக்க முடியாத வகையில் இயற்கை கனிமங்களில் கிடைக்கின்றன.

5.1.2 ஆக்டினைடு வரிசைகள் (5f தொகுதி தனிமங்கள்)

1923 ஆம் ஆண்டு நீல்ஸ் போர் என்பவர் லாந்தனைடு வரிசைகளும், ஆக்டினைடு வரிசைகளும் ஒத்து இருப்பதை எடுத்துரைத்தார்.

தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஆக்டீனியத்திலிருந்து லாரன்சியம் வரை உள்ள 15 தனிமங்கள் ஆக்டினைடு வரிசைகள் எனப்படுகின்றன.

ஆக்டினைடு வரிசைகளின் பொதுப்பண்புகள்

ஆக்டினைடு வரிசைகளின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு [Rn] $5f^{0,1-14}$ $6d^{0,1-2}$ $7s^2$. Rn என்பது ரேடானின் எலக்ட்ரான் அமைப்பைக் குறிக்கும்.

2. ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

ஆக்டினைடு தனிமங்கள் +2, +3, +4, +5 மற்றும் +6 ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளில் உள்ளன. இவற்றுள் மிகவும் பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலை +4.

3. M^{3+} மற்றும் M^{4+} அயனிகளின் ஆரம்

ஆக்டினைடு வரிசைகளில் ஆக்டினைடு தனிமங்களின் அயனி ஆரம் படிப்படியாக குறைந்து கொண்டே வருகிறது. உட்கருவின் சுமை அதிகரிக்க அதிகரிக்க அயனி ஆரம் படிப்படியாக குறைந்துகொண்டே வருவது ஆக்டினைடு குறுக்கம் எனப்படும். இது லாந்தனைடு குறுக்கத்தை ஒத்துள்ளது.

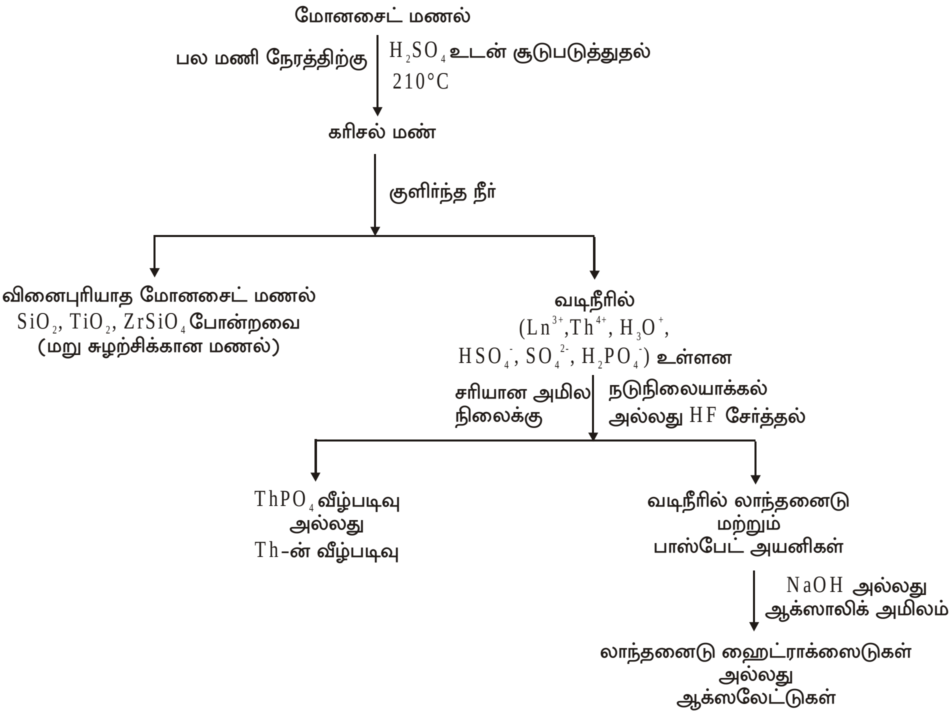
ஆக்டினைடு குறுக்கத்தின் காரணங்கள்

5f எலக்ட்ரான்களின் சீர்மையற்ற திரைமறைப்பே ஆக்டினைடு குறுக்கத்திற்கான காரணமாகும். ஆக்டினைடு வரிசையில் ஒரு தனிமத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு செல்லும்போது உட்கருவின் சுமை +1 ஆக அதிகரித்த போதிலும், 5f எலக்ட்ரான்களின் மிகமிகக் குறைவான திரைமறைப்பினாலும், இவற்றின் வடிவத்தினாலும் கூடுதலான உட்கருவின் சுமை சமப்படுத்தப்படவில்லை. அணு எண் அதிகரிப்பிற்கு ஏற்றவாறு 5f

எலக்ட்ரான்களின் உள் இழுப்பு (inward pull) அதிகமாகிறது. இதன் விளைவாக ஆக்டினைடு வரிசைகளின் அணு பருமன் படிப்படியாக குறைகிறது.

5.1.3 மோனசைட் மண்ணிலிருந்து லாந்தனைடுகளைப் பிரித்தல்

மோனசைட் மண்ணிலிருந்து லாந்தனைடை பிரித்தெடுத்தலில் உள்ள பல்வேறு நிலைகள் கீழ்க்காணும் ஒழுக்க வரைபடத்தில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.



பொருத்தமான இயற்பியல் முறையில் லாந்தனைடுகளை தனித்தனியாக பிரிக்கலாம். நீரற்ற புளூரைடு மற்றும் குளோரைடுகள் ஆர்கான் மண்டலத்தில் கால்சியத்தின் முன்னிலையில் 1270 K வெப்பநிலைக்கு சூடுபடுத்தப்பட்டு லாந்தனைடுகள் தனித்தனியாக பெறப்படுகின்றன. கால்சியம் மற்றும் லித்தியத்தின் முன்னிலையில் லாந்தனைடுகளின் ட்ரை புளூரைடுகளை வெப்பப்படுத்தி தூய்மையான உலோகம் பெறப்படுகிறது.

5.2 லாந்தனைடு மற்றும் ஆக்டினைடுகளை ஒப்பிடல் ஒற்றுமை மற்றும் வேற்றுமைகள்

இரண்டிலும் f-உள்கூடு நிரப்பப்படுவதால் பெருமளவில் ஒற்றுமைகள்

உள்ளன. இருவகை தனிமங்களும் நிறமுள்ள அயனி, குறைவான எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை, அதிக வினைபுரியும் திறன், காந்தப் பண்பு போன்றவைகளைப் பெற்றுள்ளன. இருப்பினும் இவற்றின் வேறுபாடுகள் அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

லாந்தனைடுகள்		ஆக்டினைடுகள்	
i)	4f எலக்ட்ரான்களின் பிணைப்பு ஆற்றல் அதிகம்	i)	5f எலக்ட்ரான்களின் பிணைப்பு ஆற்றல் குறைவு
ii)	லாந்தனைடுகளின் அதிகபட்ச ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை +4 எ.கா. Ce^{4+}	ii)	குறைவான பிணைப்பு ஆற்றல் உள்ளதால் இவை +4, +5 மற்றும் +6 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளில் உள்ளன. UF_6, UO_2Cl_2-ல் யுரேனியத்தின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை +6
iii)	4f எலக்ட்ரான்களின் திரை மறைப்பு விளைவு அதிகம்	iii)	5f எலக்ட்ரான்களின் திரை மறைப்பு விளைவு குறைவு
iv)	பெரும்பான்மையான அயனிகள் நிறமற்றவை	iv)	பெரும்பான்மையான அயனிகள் நிறமுள்ளவை. U^{3+} (சிவப்பு), U^{4+} (பச்சை) மற்றும் UO_2^{2+} (மஞ்சள்)
v)	இவை பாரா காந்தத் தன்மை உடையவை. ஆனால் இவற்றின் காந்தத் தன்மையை எளிதில் விளக்க முடியும்	v)	இவையும் பாரா காந்தத் தன்மை உடையவை. ஆனால் இவற்றின் காந்தத் தன்மையை விளக்குவது கடினம்
vi)	இவை அணைவுச் சேர்மங்களை எளிதில் உருவாக்குவதில்லை	vi)	இவை அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மையை அதிக அளவு கொண்டவை
vii)	புரோமிதியம் தவிர மற்றவைகளுக்கு கதிரியக்க தன்மை இல்லை	vii)	எல்லா தனிமங்களுக்கும் கதிரியக்க தன்மை உண்டு
viii)	இவற்றின் சேர்மங்கள் குறைவான காரத்தன்மை உடையவை	viii)	இவற்றின் சேர்மங்களுக்கு அதிக காரத்தன்மை உண்டு
ix)	ஆக்சோ நேர் அயனி உண்டாவதில்லை	ix)	UO^{2+}, UO^{+}, NpO_2^{+}, PuO_2^{2+} போன்ற ஆக்சோ நேர் அயனிகள் உருவாகின்றன

5.3 லாந்தனைடு மற்றும் ஆக்டினைடுகளின் பயன்கள்

லாந்தனைடுகளின் பயன்கள்

1. சீரியம், லாந்தனம் மற்றும் நியோடிமியம், இரும்பு, அலுமினியம், கால்சியம், கார்பன் மற்றும் சிலிகான் ஆகியவை கொண்ட பைரோபோரிக் உலோகக் கலவை சிகரெட் பற்ற வைப்பான், பொம்மைகள், தீப்பொறி உமிழும் தொட்டிகள் மற்றும் வழியறி குண்டுகள் ஆகியவைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

2. சீரியா (CeO_2) மற்றும் தோரியா (ThO_2) ஆகியவை வாயு விளக்குகளில் பயன்படுகின்றன.

3. சீரியம் உப்புகள் பருத்தியை சாயமிடவும், மின் சேமிப்பு லெட் மின் கலன்களிலும், வினையூக்கிகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

4. லாந்தனைடுகளின் அளவுக்கதிகமான, ஒடுக்கும் தன்மையினால் உலோக வெப்ப ஒடுக்க வினைகளில் பயன்படுகின்றன. லாந்தனிடோ - வெப்ப ஒடுக்க முறைகளின் மூலம் தூய்மையான Nd, Zr, Fe, Co, Ni, Mn, Y, W, U, B மற்றும் Si ஆகியவை பெறலாம்.

5. லாந்தனைடு உலோகக் கலவை மிஷ் உலோகம் (mish - metal) என்று அழைக்கப்படுகிறது. மிஷ்-உலோகத்தின் பெரும்பகுதிப் பொருள் Ce(45-50%), La(25%), Nd(5%). மேலும் மற்ற லாந்தனைடு உலோகங்களும், இரும்பு மற்றும் கால்சியம் ஆகியன மாசுகளாக சேர்ந்துள்ளன. வெப்பம் தாங்கும் திறனுடைய தரமான எஃகினை தயாரிக்க மிஷ்-உலோகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. 30% மிஷ் - உலோகம் மற்றும் 1% Zr கலந்த மெக்னீசிய கலவை ஜெட் இயந்திரத்தின் பாகங்களைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

ஆக்டினைடுகளின் பயன்கள்

1. U-235 பிளவுபடக்கூடியது. எனவே அணு மின் உலைகளில் எரிபொருளாகவும், அணு ஆயுதத்தின் ஒரு பகுதியாகவும் பயன்படுகிறது.

2. புளுட்டோனியம் - 238 தொலைதூர விண்வெளி ஆய்வுக் கலத்தில் எரிசக்தியாக பயன்படுகிறது.

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. லாந்தனைடுகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

   a) $[Xe]4f^{0} 5d^{0} 6s^{0}$ b) $[Xe] 4f^{1-7} 5d^{1} 6s^{1}$

   c) $[Xe]4f^{1-14} 5d^{1} 6s^{2}$ c) $[Xe]4f^{1-14} 5d^{1-10} 6s^{2}$

2. ஆக்டினைடுகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

   a) $[Rn]5f^{0-14} 6d^{0} 7s^{0}$ b) $[Rn]5f^{0-14} 6d^{0-2} 7s^{0}$

   c) $[Rn]5f^{0-14} 6d^{0-2} 7s^{1}$ d) $[Rn]5f^{0-14} 6d^{0-2} 7s^{2}$

3. லாந்தனைடு குறுக்கம் கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு பொறுப்பாகிறது

   a) Zn மற்றும் Y ஏறத்தாழ ஒரே ஆரத்தைக் கொண்டுள்ளது

   b) Zr மற்றும் Nb ஒரே ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையைக் கொண்டுள்ளது

   c) Zr மற்றும் Hf ஏறத்தாழ ஒரே ஆரத்தைக் கொண்டுள்ளது.

   d) Zr மற்றும் Zn ஒரே ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையைக் கொண்டுள்ளது

4. லாந்தனைடுகளின் பொதுவான ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை

   a) +2 b) +1 c) +3 d) +4

5. லாந்தனைடுகள் _________லிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

   a) லிமோனைட் b) மோனசைட் c) மாக்னடைட் d) காஸிட்டரைட்

6. (n-2)f ஆர்பிட்டால்களில் கூடுதல் எலக்ட்ரான்கள் நுழையும் தனிமங்கள் _________என அழைக்கப்படுகிறது.

   a) s தொகுதி தனிமங்கள் b) p தொகுதி தனிமங்கள்

   c) d தொகுதி தனிமங்கள் d) f தொகுதி தனிமங்கள்

7. லாந்தனைடு குறுக்கம் உருவாவது________

   a) 4f எலக்ட்ரானின் சீரான மறைப்பினால்

   b) 4f எலக்ட்ரானின் சீரற்ற மறைப்பினால்

   c) 3d எலக்ட்ரானின் சீரான மறைப்பினால்

   d) 3d எலக்ட்ரானின் சீரற்ற மறைப்பினால்

8. சீரியா கீழ்க்கண்டவற்றுள் எதில் பயன்படுகிறது?

   a) பொம்மைகள் b) வழியறி குண்டுகள்

   c) வாயு விளக்குப் பொருட்கள் d) இவற்றில் எதுவுமில்லை

9. வாயு விளக்குப் பொருட்களில் பயன்படுவது________

a) MnO_2 b) CeO_2 c) N_2O_5 d) Fe_2O_3

10. லாந்தனைடுகளின் உலோகக் கலவை ______ என அழைக்கப்படுகிறது.

a) மிஷ்-உலோகம் b) உலோகப் போலி

c) தட்டு உலோகம் d) ஆக்டினைடுகள்

11. லாந்தனைடுகளைக் கொண்டு செய்யப்படும் உலோக வெப்ப ஒடுக்குமுறைக்கு ________என்று பெயர்

a) அலுமினோ வெப்ப ஒடுக்குமுறை

b) லாந்தனிடோ வெப்ப ஒடுக்கு முறை

c) ஒடுக்க முறை

d) ஆக்ஸிஜனேற்ற முறை

12. ________ஆக்சோ நேர் அயனிகளை உருவாக்குகிறது.

a) லாந்தனைடுகள் b) ஆக்டினைடுகள்

c) உயரிய வாயுக்கள் d) கார உலோகங்கள்

13. லாந்தனைடுகளின் மிக அதிகமான ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை

a) +1 b) +2 c) +3 d) +4

14. லாந்தனைடுகள் பிரித்தெடுக்கப்படும் முறை

a) பின்ன வாலை வடித்தல் b) நீராவி வாலைவடித்தல்

c) பின்ன படிகமாக்கல் d) பதங்கமாதல்

B. ஓரிரு வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.

15. உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள் (f-தொகுதி) என்றால் என்ன? இரு சான்றுகள் தருக.

16. இடைநிலைத்தனிமங்கள் மற்றும் உள் இடைநிலைத் தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்புகளில் உள்ள வேறுபாடு என்ன?

17. லாந்தனைடுகள் என்றால் என்ன? லாந்தனைடுகளின் பல்வேறு ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகள் யாவை?

18. மிஷ் உலோகம் என்றால் என்ன? அவற்றின் பயன்களை எழுதுக.

19. லாந்தனைடுகள் மற்றும் ஆக்டினைடுகளின் பயன்களை எழுதுக.

C. 60 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடை எழுதுக.

20 லாந்தனைடு குறுக்கம் என்றால் என்ன? அதன் காரணங்களையும் விளைவுகளையும் விவரி?

21. கீழ்க்கண்டவற்றிற்கான காரணங்களை விவரி.

i) லாந்தனைடுகளின் +3 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை மிகவும் நிலையானது.
ii) சில 4f தொகுதி தனிமங்கள் அவற்றின் சிறப்பியல்பான +3 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையுடன் +2 அல்லது +4 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையையும் காட்டுகின்றன.
iii) லாந்தனைடுகள் ஒரே தொகுதியாக ஆக்கப்பட்டுள்ளன.

22. $La(OH)_3$ மற்றும் $Lu(OH)_3$ ஆகியவற்றை ஒப்பிட்டால் அதிக காரத்தன்மை கொண்டது எது? ஏன் என விளக்குக.

23. தனிம வரிசை அட்டவணையில் லாந்தனைடுகளின் இடம் பற்றி விரிவாக எழுதுக?

24. மோனசைட் மணலிலிருந்து லாந்தனைடுகளை எவ்வாறு பிரித்தெடுப்பாய்?

தொகுப்புரை

(n-2) f ஆர்ப்பிட்டால்களில் கூடுதல் எலக்ட்ரான் நுழையும் தனிமங்களை f-தொகுதி தனிமங்கள் என்று அழைக்கிறோம். இவை உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. f-தொகுதி தனிமங்களில் லாந்தனைடு வரிசைகள் மற்றும் ஆக்டினைடு வரிசைகள் என இரு வரிசைகள் உள்ளன. லாந்தனைடுகளின் பொதுப் பண்புகளான எலக்ட்ரான் அமைப்பு, ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகள் மற்றும் +3 அயனிகளின் ஆரம் ஆகியவை விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. லாந்தனைடு குறுக்கத்தின் காரணங்களும், விளைவுகளும் விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆக்டினைடுகளின் பொதுப் பண்புகள் தரப்பட்டுள்ளன. மோனசைட் மணலிலிருந்து லாந்தனைடுகள் பிரித்தெடுத்தலை காட்டும் ஒழுக்க வரைபடம் தரப்பட்டுள்ளது. லாந்தனைடு மற்றும் ஆக்டினைடுகளின் ஒற்றுமை மற்றும் வேற்றுமைகள் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

மேற்பார்வை நூல்கள்

1) Advanced Inorganic Chemistry F.A.Cotton, G.Wilkinson, C.A.Murillo and M.Bochmann, John Wiley & Sons, 2003.

2) Advanced Inorganic Chemistry Vol.I Gurdeep Raj, Goel Publishing House, 2002.

6. அணைவுச் சேர்மங்கள் மற்றும் உயிரியல் அணைவுச் சேர்மங்கள்

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *எளிய உப்பு, இரட்டை உப்பு மற்றும் அணைவுச் சேர்மங்களின் தன்மை அறிதல்.*
- *ஈனிகள், மைய உலோக அயனி, அணைவு எண், அணைவு அயனியின் மின்சுமை, மைய உலோக அயனியின் ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற எண், கொடுக்குப் பிணைப்பு சேர்மங்கள் பற்றி அறிதல்.*
- *IUPAC விதிமுறைகளின் படி அணைவுச் சேர்மங்களின் பெயர்களை அறிதல்.*
- *அணைவுச் சேர்மங்களில் உள்ள பலவகை மாற்றியங்கள் பற்றி அறிந்து கொள்ளுதல்.*
- *வெர்னர் கொள்கை, இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கை மற்றும் படிக புல கொள்கைகளைப் பற்றி கற்றுணர்தல்.*
- *அணைவுச்சேர்மம் மற்றும் உயிரியல் அணைவுச் சேர்மங்களின் முக்கியத்துவம் மற்றும் பயன்களை உய்த்துணர்தல்.*

6.1 முன்னுரை

ஓர் அமிலம், ஒரு காரத்தால் நடுநிலையாக்கப்படும் போது ஓர் உப்பு உருவாகிறது. பலவகை உப்புகள் உள்ளன. அவைகள்

அ) எளிய உப்பு
ஆ) மூலக்கூறு (அல்லது) சேர்க்கை சேர்மம் ஆகும்.

அ) எளிய உப்பு

ஓர் அமிலம் ஒரு காரத்தால் நடுநிலையாக்கப்படும்போது எளிய உப்பு உண்டாகிறது.

$$KOH + HCl \rightarrow KCl + H_2O$$

பொதுவாக, எளிய உப்புகள் நீரில் கரைந்து அயனியாகின்றன. எளிய உப்புகளின் கரைசல்கள், அவற்றிலுள்ள அயனிகளின் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும்.

ஆ) மூலக்கூறு அல்லது சேர்க்கை சேர்மம்

i) இரட்டை உப்பு

இரட்டை உப்பு ஒரு மூலக்கூறு சேர்மம். இரண்டு (அ) இரண்டுக்கு மேற்பட்ட உப்புகள் சமன் செய்யப்பட்ட இயைபு அளவில் கரைந்துள்ள கரைசலை படிகமாக்குவதன் மூலம் இரட்டை உப்பு கிடைக்கிறது. இவை நீரில் கரைந்து தாம் கொண்டுள்ள அயனிகளைத் தரும். திட நிலைமையில் மட்டும் தன் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். இவைகளுக்கு படிக சேர்மங்கள் என்றும் பெயர்.

சான்றுகள்

$K_2SO_4 . Al_2(SO_4)_3 . 24H_2O$ - பொட்டாஷ் ஆலம்

$FeSO_4 . (NH_4)_2 SO_4 . 6H_2O$ - மோர் உப்பு

$$K_2SO_4 . Al_2(SO_4)_3 . 24H_2O \rightarrow 2K^+ + 2Al^{3+} + 4SO_4^{2-} + 24H_2O$$

இரட்டை உப்புக்களின் கரைசல்கள் அவ்வுப்புக்களில் உள்ள எல்லா அயனிகளுக்கான சோதனைகளையும் தரும்.

ii) அணைவுச் சேர்மங்கள்

லூயி அமிலமும், லூயி காரமும் சேர்ந்து அணைவுச் சேர்மத்தைத் தரும். இவை தாம் பெற்றுள்ள அயனிகளைக் கரைசலில் தருவதில்லை.

சான்று

$$Fe(CN)_2 + 4KCN \rightarrow Fe(CN)_2 . 4KCN \text{ (or) } K_4[Fe(CN)_6]$$

பெரஸ் சயனைடு

$$Fe(CN)_2 . 4KCN \rightleftharpoons 4K^+ + [Fe(CN)_6]^{4-}$$

அணைவு அயனி

$K_4[Fe(CN)_6]$ சேர்மத்தில் இணைந்துள்ள $Fe(CN)_2$ மற்றும் KCN ஆகியவை தம் பண்பை இழக்கின்றன. இரட்டை உப்பில் உள்ளதுபோல் அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள உலோக அயனி கரைசல்களில் தனித்து இயங்குவதில்லை.

அணைவுச் சேர்மங்களின் தன்மை

i) ஓர் எதிர்மின் அணைவு சேர்மத்தில் ஓர் எதிர்மின் அணைவு அயனியும், ஒரு நேர்மின் எளிய அயனியும் உள்ளன.

$$K_4[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 4K^+ + [Fe(CN)_6]^{4-}$$

எளிய நேர்மின் அயனி அணைவு எதிர்மின் அயனி

ii) ஒரு நேர்மின் அணைவுச் சேர்மத்தில் ஒரு நேர்மின் அணைவு அயனியும், ஓர் எதிர்மின் எளிய அயனியும் உள்ளன.

$$[Co(NH_3)_6]Cl_3 \rightleftharpoons [Co(NH_3)_6]^{3+} + 3Cl^-$$

அணைவு நேர்மின் அயனி எளிய எதிர்மின் அயனி

iii) $[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$ என்ற சேர்மத்தில், நேர்மின் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகள் அணைவு அயனிகளாகவே உள்ளன.

$$[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6] \rightleftharpoons [Cr(NH_3)_6]^{3+} + [Co(CN)_6]^{3-}$$

அணைவு நேர்மின் அயனி அணைவு எதிர்மின் அயனி

6.2 அணைவுச்சேர்ம வேதியியலில் பயன்படும் அறிவியல் கலைச்சொற்கள்

(a) லூயியின் அமிலம்

எலக்ட்ரான்களை ஏற்கும் தன்மை கொண்டவைகள் அனைத்தும் லூயி அமிலங்களாகும்.

(b) லூயியின் காரம்

எலக்ட்ரான்களை வழங்கும் தன்மை கொண்டவைகள் அனைத்தும் லூயி காரங்களாகும்.

(c) மைய உலோக அயனி

ஓர் அணைவு அயனியில் இணை எலக்ட்ரான்களை ஏற்கும் பண்புடன் அமைந்துள்ள உலோக அணு அல்லது அயனி மைய உலோக அயனி எனப்படும். இவ்வுலோக அயனியுடன் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நடுநிலை மூலக்கூறுகள் அல்லது எதிர்மின் அயனிகள் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். எலக்ட்ரான் ஏற்புத் திறனுடன் அணைவு சேர்மத்தில் அமைந்துள்ள இவ்வுலோக அயனி ஒரு லூயி அமிலமாகும்.

(d) ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற எண்

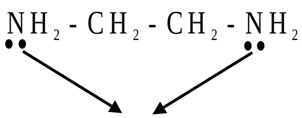
ஓர் உலோக அணு இழந்த எக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற எண் குறிக்கிறது. அணைவு அயனியில் உள்ள அனைத்து ஈனிகளையும் அவற்றின் எலக்ட்ரான் இணைகளுடன் நீக்கினால் எஞ்சி நிற்கும் உலோக அயனியின் மின்சுமையே அதன் ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற எண் ஆகும். ரோமன் குறியீடு மூலம் பொதுவாக இந்த எண் குறிக்கப்படும்.

(e) ஈனி (லத்தீன் மொழியில் **Ligand** என்றால் **bind** (பிணைப்பு) என்று பொருளாகும்)

எலக்ட்ரான் வழங்குதிறன் கொண்ட எதிர்மின் அயனி அல்லது மூலக்கூறு ஈனி எனப்படும். ஆகவே மைய உலோக அணு அல்லது அயனியுடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ள நடுநிலை மூலக்கூறுகள் அல்லது எதிர்மின் அயனிகள் "ஈனிகள்" அல்லது அணைவுத் தொகுதிகள் எனப்படும். இவை லூயி (பிரான்ஸ்டட்) காரங்களாகும்.

ஈனிகளின் வகைகள்

ஓர் ஈனி ஓர் உலோக அயனியுடன் ஒரே ஒரு அணு மூலம் பிணைப்பை ஏற்படுத்தினால் [Cl^-, H_2O (அ) NH_3] அவைகள் ஒரு முனை ஈனிகள் எனப்படும். ஓர் ஈனி ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அணுக்கள் மூலம் மைய உலோக அயனியுடன் பிணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவ்வீனிகள் பலமுனை ஈனிகளாகும். ஓர் ஈனி இரு பிணைப்பு அணுக்களைக் கொண்டிருந்தால் இருமுனை ஈனி எனப்படும்; மூன்று பிணைப்பணுக்கள் இருந்தால் மும்முனை ஈனியாகும். சான்றாக எத்திலீன் டை அமின் ஓர் இருமுனை ஈனியாகும். இதிலுள்ள இரு அமினோ தொகுதிகள் ஒவ்வொன்றும் ஓர் எலக்ட்ரான் இணையை வழங்கும் தன்மையுடன் உள்ளன.



ஈனிகளின் பெயர்கள்

நேர்மின் ஈனிகள்

நேர் மின் சுமைகொண்ட ஈனிகளின் பெயர்கள் இறுதியில் "யம்" என்று முடியும்.

$NH_2 - NH_3^+$ ஹைட்ரசீனியம்

நேர்மின்சுமை இருப்பினும் மற்றொரு நடுநிலை நைட்ரஜன் அணு மூலம் பிணைப்பை ஏற்படுத்தும்.

நடுநிலை ஈனிகள்

நடுநிலை ஈனிகளின் இயற்பெயரே குறிக்கப்படும். ஆயினும் நீர் "அக்வா" (aqua) என்றும் அமோனியா "அம்மைன்" (ammine) என்றும் குறிக்கப்படும். CO-கார்பனைல், NO-நைட்ரோசைல், NH_2-CH_2-CH_2-NH_2 -எதிலின் டை அமின் (en) மற்றும் C_5H_5N - பிரிடின் ஆகும்.

எதிர்மின் ஈனிகள்

எதிர்மின் ஈனிகளின் பெயர்களுடன் 'O' என்ற பின்னொட்டு இருக்கும்.

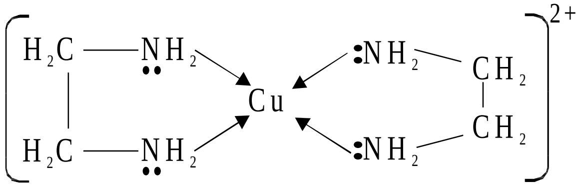
சான்றுகள்

F^--புளோரோ, Cl^--குளோரோ, $C_2O_4^{2-}$-ஆக்ஸலேட்டோ, CN^--சயனோ, NO_2^--நைட்ரோ, Br^--புரோமோ, SO_4^{2-}-சல்பேட்டோ, CH_3COO^--அசிடேட்டோ, SCN^--தயோசயனேட்டோ, CNS^--ஐசோதயோ சயனேட்டோ, $S_2O_3^{2-}$-தயோசல்பேட்டோ போன்றவையாகும்.

கொடுக்கிணைப்புச் சேர்மங்கள்

மைய உலோக அணு (அ) அயனியுடன் ஓர் ஈனி ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துமாயின், கிடைக்கும் சேர்மம் வளைய அமைப்பு கொண்டிருக்கும். இந்த வளைய அமைப்பு கொண்ட சேர்மங்கள் "உலோக கொடுக்கிணைப்புச் சேர்மங்கள்" எனப்படும். இத்தகு ஈனிகள் பல்முனை ஈனிகள் அல்லது கொடுக்கிணைப்பு காரணிகள் ஆகும்.

$$2NH_2CH_2CH_2NH_2 + Cu^{+2} \longrightarrow$$



அணைவுக் கோளம்

மைய உலோக அயனியும், அத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் ஈனிகளும் ஒரு சதுர அடைப்புக்குள் வைக்கப்படுகின்றன. அடைப்புக்குள் இருக்கும் இவை அயனி யாவதில்லை. அயனியாகும் தன்மையுள்ளவை அடைப்புக்கு வெளியே உள்ளன.

$$[M(L)_n]^{(n-)\ (or)\ (n+)}$$

$$[Fe(CN)_6]^{4-}, \quad [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$

அடைப்புக்குள் உள்ளவை பகுதிக் கூறு அயனிகளுக்கான சோதனைகளைத் தருவதில்லை.

அணைவு எண்

ஓர் அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள மைய உலோக அயனியுடன் ஈனிகளிலிருந்து இணையும் அணுக்களின் கூட்டுத்தொகையே அணைவு எண் ஆகும். எனவே ஈனிகளில் உள்ள வழங்கி அணுக்களுக்கும் மைய உலோக அயனிக்கும் இடையே இருக்கும் வேதிப் பிணைப்புகளின் மொத்த எண்ணிக்கையே அணைவு எண்களைக் குறிக்கிறது. சான்றாக $K_4[Fe(CN)_6]$ சேர்மத்தில் Fe(II) வின் அணைவு எண் ஆறு. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ -இல் Cu(II)-வின் அணைவு எண் நான்கு ஆகும்.

அணைவு அயனியின் மேலுள்ள மின் சுமை

ஓர் அணைவு அயனியின் மேலுள்ள மின்சுமையின் மதிப்பு அதில் உள்ள உலோக அயனி மற்றும் ஈனிகளின் மீதுள்ள மின் சுமைகளின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாகும்.

சான்று

1. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ என்பதில் NH_3 ஈனி நடுநிலை கொண்டது. எனவே இதை $[Cu^{2+}(NH_3)_4]^{2+}$ என்றும் எழுதலாம்.

உலோக அயனி மின்சுமை மற்றும் ஈனிகளின் மின்சுமைகளின் கூட்டுத்தொகை = +2

பின்வருமாறு அணைவு அயனி மின்சுமையைக் கணக்கிடலாம்.

(Cu^{2+}) உலோக அயனியின் மீதுள்ள மின் சுமை = +2

ஈனிகளின் மீதுள்ள மின்சுமை (NH_3) = 4 × 0 = 0

அணைவு அயனியின் மீதுள்ள மின்சுமை = +2 + 0 = +2

2. இதைப்போலவே $[Fe(CN)_6]^{4-}$ என்பதை $[Fe^{2+}(CN)_6]^{4-}$ என்று எழுதலாம்

(Fe^{2+}) உலோக அயனியின் மீதுள்ள மின் சுமை = +2

(CN^-) ஈனிகளின் மீதுள்ள மின்சுமை = 6 × (–1) = – 6

அணைவு அயனியின் மின்சுமை = +2 – 6 = – 4

6.3 ஒற்றைக் கரு (mononuclear) அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு IUPAC பரிந்துரைப் பெயர்கள்

IUPAC அமைப்பு பின்வரும் விதிமுறைகளைப் பரிந்துரைத்துள்ளது.

1. அணைவுச் சேர்மத்திற்கு முழுமையாகப் பெயரிடும் போது எவ்வயனி அணைவு அயனியாக இருப்பினும் முதலில் நேர்மின் அயனியையும் பின் எதிர்மின் அயனியையும் (சோடியம் குளோரைடு போன்று) குறிக்க வேண்டும்.

2. அணைவு அயனியைக் குறிக்கும்போது முதலில் ஈனி அல்லது ஈனிகளையும் பின் உலோக அயனியையும் குறிக்க வேண்டும் (வாய்ப்பாட்டில் இதற்கு மாறாக எழுத வேண்டும்).

3. எதிர்மின் ஈனியாயின் அதன் பெயர் 'O' என்று முடிய வேண்டும். (Cl^--குளோரோ, CN^--சயனோ, H^--ஹைட்ரோ) நடுநிலை ஈனிகளின் பெயர்கள் மாற்றம் இன்றி இருக்க வேண்டும். ($MeNH_2$-மெத்தில் அமைன்).

   சிறப்பு ஈனிகளின் பெயர்கள்: நீர்-அக்வா, அமோனியா-அம்மைன், CO-கார்பனைல், NO-நைட்ரோசைல்.

4. கிரேக்க முன்னொட்டுகள் (மோனோ, டை, டிரை, டெட்ரா, பென்டா, ஹெக்ஸா முதலியன) ஒவ்வொரு ஈனி வகையின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும் (பொதுவாக "மோனோ" என்பது குறிக்கப்படுவதில்லை). ஈனியின் பெயரிலேயே மோனோ, டை, டிரை என்ற ஒட்டுக்கள் இருந்தால் (டிரை பினைல் பாஸ்பின் போன்றவை) ஈனியின் பெயர் அடைப்புக்குள்

தரவேண்டும். அத்தகு ஈனிகளின் எண்ணிக்கையை அப்போது பிஸ், டிரைஸ், டெட்ராகிஸ் என்று குறிக்க வேண்டும்.

சான்று, $[Ni(PPh_3)_2Cl_2]$ என்பது டைகுளோரோ பிஸ் (டிரைபினைல்பாஸ்பின்) நிக்கல் (II) ஆகும்.

5. மைய உலோக அணுவின் ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற எண்களை பூஜ்ஜியம் அல்லது ரோமன் எண்களாக அடைப்புக் குறிக்குள் தர வேண்டும்.

6. அணைவு அயனி எதிர்மின் சுமை கொண்டதாயின் மைய உலோகத்தின் பெயர் ஏட் (ate) என்று முடிய வேண்டும். சான்று: பெர்ரேட், குப்ரேட், நிக்கலேட், கோபால்டேட் முதலியன.

7. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகை ஈனிகள் சேர்மத்தில் இருக்குமானால் ஒவ்வொரு வகை ஈனியின் எண்ணிக்கையைக் கருத்தில் கொள்ளாமல் ஆங்கில அகர வரிசைப்படி ஈனிகளின் பெயர்கள் குறிக்கப்பட வேண்டும். சான்று : NH_3 என்ற அம்மைன் (ammine) 'a' என்ற முதல் எழுத்து கொண்டது. எனவே Cl^--குளோரோ (chloro) என்பதற்கு முன்பாக "a" வர வேண்டும்.

சில கூடுதல் குறிப்புகள்

i) எதிர்மின் அணைவு அயனியில் சில உலோகங்கள் சிறப்பு பெயர்களைக் கொண்டுள்ளன.

B	போரேட்	Au	அயூரேட்	Ag	அர்ஜன்டேட்	Fe	பெர்ரேட்
Pb	பிளம்பேட்	Sn	ஸ்டேனேட்	Cu	குப்ரேட்	Ni	நிக்கலேட்

ii) அடைப்புக் குறிகளின் பயன்கள்

அணைவு அயனி அல்லது நடுநிலை அணைவுச் சேர்மம் பொதுவாக சதுர அடைப்புக் குறிக்குள் தரப்படும்.

சான்றுகள்

$[Co(en)_3]Cl_3$ டிரைஸ் (எத்திலின் டை அமின்) கோபால்ட் (III) குளோரைடு

$[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ டிரை அம்மைன் டிரை நைட்ரோகோபால்ட் (III)

$K_2[CoCl_4]$ பொட்டாசியம் டெட்ரா குளோரோ கோபால்டேட் (II)

ஹேலஜன்களை அடைப்புக் குறிக்குள் தர வேண்டியதில்லை.

அணைவுச் சேர்மங்களின் பெயர்களை வருவிக்கும் முறையான வழிமுறை

$K_3[Cr(C_2O_4)_3].3H_2O$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்தில்

கே1) மைய உலோக அயனி எது? ப1) மைய உலோகம் குரோமியம்

கே2) அதன் ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற எண் யாது? ப2) ஆ.ஏ.எண். III

கே3) எலக்ட்ரான் அமைப்பு என்ன? ப3) எலக்ட்ரான் அமைப்பு d^3

கே4) அணைவு எண் என்ன? ப4) அணைவு எண்.6 (3 இருமுனை ஈனிகள் உள்ளன)

கே5) அணைவு அயனியின் அமைப்பு யாது? ப5) அணைவு அயனியின் அமைப்பு எண்முகி

கே6) இவ்வமைப்புக்கு மாற்றியங்கள் உள்ளனவா? ப6) ஆம். ஒளி சுழற் மாற்றியங்கள் உள்ளன.

கே7) இதன் IUPAC பெயர் என்ன? ப7) பொட்டாசியம் டிரை ஆக்ஸலேட்டோ குரோமியம் (III) டிரைஹைட்ரேட்

சில ஒற்றைக்கரு அணைவுச் சேர்மங்களின் **IUPAC** பெயர்கள்

$[Co^{III}(NH_3)_5Cl]^{2+}$	-	பென்டா அம்மைன் குளோரோ கோபால்ட் (III) அயனி
$[Co^{III}(NH_3)_6]Cl_3$	-	ஹெக்ஸா அம்மைன் கோபால்ட் (III) குளோரைடு
$[Cr^{III}(en)_3]Cl_3$	-	டிரைஸ் (எத்திலின் டை அமைன்) குரோமியம் (III) குளோரைடு
$K_4[Fe^{II}(CN)_6]$	-	பொட்டாசியம் ஹெக்ஸாசயனோபெர்ரேட் (II)
$[Ni^{II}(CN)_4]^{2-}$	-	டெட்ரா சயனோ நிக்கலேட் (II) அயனி
$[Cu^{II}(NH_3)_4]^{2+}$	-	டெட்ராஅம்மைன் காப்பர் (II) அயனி
$[Pt^{II}Cl_2(NH_3)_2]$	-	டை அம்மைன் டை குளோரோபிளாட்டினம் (II)

6.4 மாற்றியம் **(Isomerism)**

ஒரே மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டையும் வேறுபட்ட அமைப்பு வாய்ப்பாடுகளையும், வேறுபட்ட இயற்பியல் வேதியியல் பண்புகளையும்

பெற்றுள்ள சேர்மங்கள் மாற்றியங்கள் எனப்படும். இந்நிகழ்வுக்கு மாற்றியம் என்று பெயர்.

அணைவுச் சேர்மங்கள் இரு பெரும் வகை மாற்றியங்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. அவை : அமைப்பு மாற்றியம் மற்றும் முப்பரிமான மாற்றியம் என்பனவாம். இவை ஒவ்வொன்றும் பின்வருமாறு மேலும் பல மாற்றியங்களாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அ) அமைப்பு மாற்றியம்

a) அணைவு மாற்றியம்
b) அயனி மாற்றியம்
c) ஹைட்ரேட் (அ) நீரேற்றிய மாற்றியம்
d) இணைப்பு மாற்றியம்
e) ஈனி மாற்றியம்

ஆ) முப்பரிமான மாற்றியம்

a) வடிவ வச மாற்றியம்
b) ஒளி சுழற்சி மாற்றியம்

6.4.1 அ) அமைப்பு மாற்றியம்

a) அணைவு மாற்றியம்

இரு உலோக அணைவுச் சேர்மத்தில் அணைவு நேர்மின் அயனியும், அணைவு எதிர்மின் அயனியும் உள்ளன. இரு அணைவுக் கோளங்களிலும் ஈனிகளின் பங்கீடு வேறுபடுவதால் அணைவு மாற்றியம் உருவாகிறது. நேர் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகளாக அணைவு அயனிகளைக் கொண்ட பின்வரும் சேர்மங்கள் இம்மாற்றியத்தைத் தெளிவாக உணர்த்துகின்றன.

1. $[Co^{III}(NH_3)_6][Cr(CN)_6]$ and $[Cr^{III}(NH_3)_6][Co^{III}(CN)_6]$
ஹெக்ஸா அம்மைன் கோபால்ட் (III) ஹெக்ஸா சயனோ குரோமேட் (III)
ஹெக்ஸா அம்மைன் குரோமியம்(III) ஹெக்ஸா சயனோ கோபால்டேட்(III)

2. $[Pt^{II}(NH_3)_4]$ $[CuCl_4]$ மற்றும் $[Cu(NH_3)_4][PtCl_4]$
டெட்ரா அம்மைன் பிளாட்டினம் (II) டெட்ரா குளோரோ குப்பரேட் (II)
டெட்ரா அம்மைன் காப்பர் (II) டெட்ரா குளோரோ பிளேட்டினேட் (II)

b) அயனி மாற்றியம்

ஒரே மூலக்வறு வாய்ப்பாட்டையும் கரைசலுள் வேறுபட்ட அயனியாகும் தன்மையும் கொண்ட சேர்மங்கள் அயனி மாற்றியங்கள் எனப்படும். அப்பண்பு அயனி மாற்றியம் ஆகும்.

சான்று : பின்வரும் சிகப்பு-ஊதா நிற சேர்மங்கள் அயனி மாற்றியத்தை நன்கு விளக்குகின்றன.

$[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ சிகப்பு ஊதா; $[Co(NH_3)_5 SO_4]Br$ சிகப்பு
பெண்டா அம்மைன் புரோமோ கோபால்ட் (III) சல்பேட்
பென்டா அம்மைன் சல்பேட்டோ கோபால்ட் (III) புரோமைடு

சிகப்பு மாற்றியம் சல்பேட் அயனியையும், சிகப்பு-ஊதா மாற்றியம் புரோமைடு அயனியையும் கரைசலில் தருகின்றன.

$[Co(NH_3)_4Cl_2]NO_2$ மற்றும் $[Co(NH_3)_4NO_2Cl]Cl$
டெ்ரா அம்மைன் டைகுளோரோ கோபால்ட் (III) நைட்ரைட்
டெட்ரா அம்மைன் குளோரோ நைட்ரோ கோபால்ட் (III) குளோரைடு

$[Co(NH_3)_5NO_3]SO_4$ மற்றும் $[Co(NH_3)_5 SO_4]NO_3$
பென்டா அம்மைன் நைட்ரேட்டோ கோபால்ட் (III) சல்பேட்
பென்டா அம்மைன் சல்பேட்டோ கோபால்ட் (III) நைட்ரேட்

c) ஹைட்ரேட் (நீரேற்று) மாற்றியம்

$CrCl_3.6H_2O$ என்ற சேர்மத்தைக்கொண்டு இம்மாற்றியத்தை சிறப்பாக விளக்கலாம். இச்சேர்மம் 4, 5 அல்லது 6 அணைவு நீர் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டு இருக்கும்.

1. $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$ - அடர் பச்சை நிறம்
   டெட்ரா அக்வாடைகுளோரோகுரோமியம்(III) குளோரைடு டைஹைட்ரேட்
2. $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$ - சாம்பல்-பச்சைநிறம்
   பென்டா அக்வா குளோரோ குரோமியம் (III) குளோரைடு மேனோஹைட்ரேட்
3. $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ - ஊதா நிறம்
   ஹெக்ஸா அக்வாகுரோமியம் (III) குளோரைடு

இந்த மாற்றியங்கள் மூன்றும் மாறுபட்ட வேதிப்பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். $AgNO_3$ யுடன் வினைபுரியவைத்து 1,2 மற்றும் 3 Cl^- அயனிகள் கரைசலில் இருப்பதை முறையே அறியலாம்.

d) இணைப்பு மாற்றியம் (Linkage isomerism)

பிணைப்புறும் ஈரணு பெற்ற ஒருமுனை ஈனி(Ambidentate)களைக் கொண்ட அணைவுச்சேர்மங்களில் இத்தகு மாற்றியம் உள்ளது. இவ்வீனிகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முறைகளில் மைய உலோக அயனியுடன் சேரும் தன்மையன. ஒருமுனை ஈனிகளான SCN^-/NCS^- மற்றும் NO_2^-/ONO^- கொண்ட சேர்மங்கள் இம்மாற்றியத்திற்கான மிகச்சிறந்த சான்றுகளாகும்.

சான்றுகள்

$[Co(NH_3)_5ONO]Cl_2$ நைட்ரிட்டோ மாற்றியம்-செந்நிறம்
பென்டா அம்மைன் நைட்ரிட்டோகோபால்ட்(III) குளோரைடு- O இணைப்பு

$[Co(NH_3)_5 NO_2]Cl_2$ நைட்ரோமாற்றியம்-மஞ்சள் நிறம்
பென்டாஅம்மைன் நைட்ரோ கோபால்ட் (III) குளோரைடு - N இணைப்பு

e) ஈனி மாற்றியம்

ஈனிகள் பல்வேறு மாற்றிய வடிவங்களில் இருப்பதால் ஏற்படும் மாற்றியம் ஈனி மாற்றியம் எனப்படும். டை அமைனோபுரபேன் இதற்கு தக்க சான்றாகும். இச்சேர்மத்தில் இரு அமைன் தொகுதிகளும் (1,3) நிலையிலோ அல்லது 1,2-நிலையிலோ அமைந்து இம்மாற்றியத்தை ஏற்படுத்தும்.

$H_2N - CH_2 - CH_2 - CH_2 - NH_2$ அல்லது $H_2N - CH_2 - CH(NH_2) - CH_3$

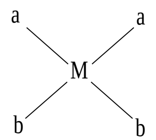
6.4.2 முப்பரிமாண மாற்றியம்

ஒரே மாதிரியான ஈனிகள் ஒரே மாதிரியான மைய உலோக அணுவுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள இரு சேர்மங்களைக் கருதுவோம். மைய உலோக அணுவைச் சுற்றியுள்ள வெற்றிடத்தில் இந்த ஈனிகள் அமைந்துள்ள நிலை மாறுபட்டிருந்தால் இவ்விரு சேர்மங்களும் முப்பரிமான மாற்றியங்கள் எனப்படும். இந்நிகழ்வுக்கு முப்பரிமான மாற்றியம் என்று பெயர். முப்பரிமான மாற்றியத்தில் (அ) வடிவ வச மாற்றியம் மற்றும் (ஆ) ஒளி சுழற்சி மாற்றியம் என இரு வகைகள் உள்ளன.

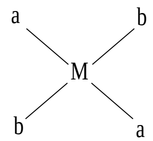
a) வடிவ வச **(Geometrical)** அல்லது சிஸ்-டிரேன்ஸ் மாற்றியம்

சதுர தளம் மற்றும் எண்முகி வடிவங் கொண்ட அணைவுச் சேர்மங்களில் இம்மாற்றியம் உள்ளது. ஆனால் நான்முகி வடிவத்தில் இல்லை. சிஸ் மாற்றியத்தில் ஒரே மாதிரியான தொகுதிகள் அடுத்தடுத்து அமைந்திருக்கும். டிரான்ஸ் மாற்றியத்தில் இத்தொகுதிகள் மூலைவிட்ட எதிர்முனைகளில் அமைந்திருக்கும்.

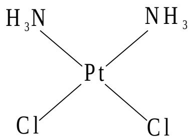
$[Ma_2b_2]n^{\pm}$ என்ற சதுர தள வடிவ சேர்மத்தில் a, b என்பன ஒருமுனை ஈனிகளாகும். இவை சிஸ் மற்றும் டிரான்ஸ் மாற்றியங்களில் அமைந்துள்ள முறை கீழே விளக்கப்படடுள்ளது. சான்று $[Pt (NH_3)_2 Cl_2]$ மற்றும் $[Pd(NH_3)_2 (NO_2)_2]$ சேர்மங்களாகும். இவற்றின் சிஸ்-ட்ரேன்ஸ் மாற்றியங்களை பின் வருமாறு குறிக்கலாம்.



சிஸ்-மாற்றியம்

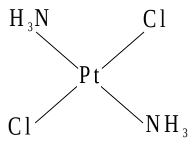


டிரேன்ஸ் மாற்றியம்



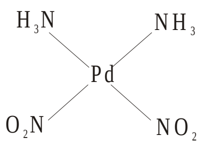
சிஸ்-மாற்றியம்

சிஸ்-டை அம்மைன் டைகுளோரோ பிளாட்டினம் (II)



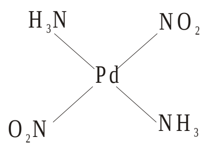
டிரேன்ஸ் மாற்றியம்

டிரேன்ஸ்-டை அம்மைன் டைகுளோரோ பிளாட்டினம் (II)



சிஸ்-மாற்றியம்

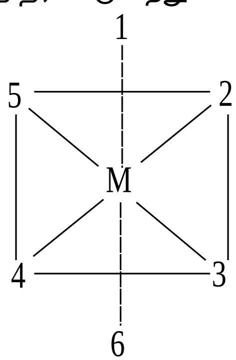
சிஸ்-டை அம்மைன் டை நைட்ரோ பெல்லாடியம் (II)



டிரான்ஸ் மாற்றியம்

டிரான்ஸ்-டை அம்மைன் டை நைட்ரோ பெல்லாடியம் (II)

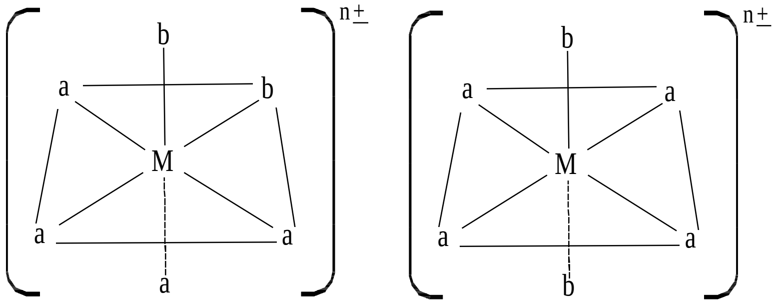
எண்முகி வடிவ சேர்மங்களில் ஈனிகள் அமையும் நிலைகளுக்கு பின்வருமாறு எண்ணிக்கைத் தரப்படுகிறது.



எண்முகி வடிவத்தில் உள்ள பன்னிரண்டு விளிம்புகளிலும் பன்னிரண்டு சிஸ் நிலைகள் உள்ளன. அவைகள்: (1,2) (1,3) (1,4) (1,5) (2,6) (3,6) (4,6) (5,6) (3,4) (4,5) (2,5) மற்றும் (2,3). குழப்பங்களைத் தவிர்ப்பதற்காக 1,2 நிலைகள் சிஸ் நிலைகளாகக் கருதப்படும். (1,6) (2,4) மற்றும் (3,5)ஆகிய

மூன்று டிரான்ஸ் நிலைகள் உள்ளன. ஆயினும் 1,6 நிலைகளே டிரான்ஸ் நிலைகளாகக் கருதப்படும்.

$[Ma_4b_2]$ என்ற எண்முகி வடிவ சேர்மத்தில் a, b என்பன ஒருமுனை ஈனிகளாகும். இதன் இரு வடிவ வச மாற்றியங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

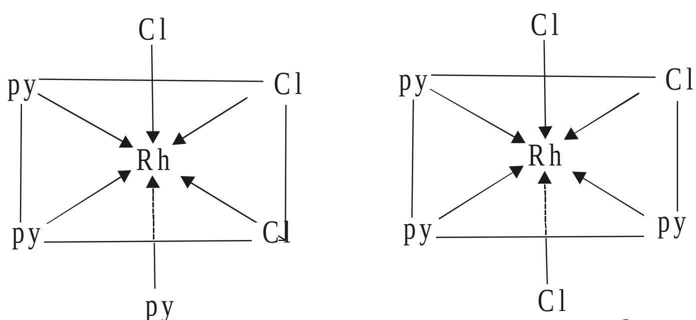


சிஸ்–மாற்றியம் டிரான்ஸ்–மாற்றியம்

$[Co(NH_3)_4\ Cl_2]^+$ அயனி இம்மாற்றியத்தை விளக்குவதற்கு மிகச் சிறந்த குறிப்பிடத்தகுந்த சான்றாகும்.

$[M(AA)_2a_2]^{n\pm}$ என்ற எண்முகி வடிவ அயனியில் (AA) என்பது சீர்மையுள்ள எத்திலின் டை அமின் $H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$ போன்ற இருமுனை ஈனியாகும். ‘a’ என்பது ஒருமுனை ஈனியாகும். $[Co(H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2)_2\ Cl_2]^+$ அயனி இதற்குப் பொருத்தமான சான்றாகும்.

$[Ma_3b_3]^{n\pm}$, என்ற எண்முகி வடிவ சேர்மத்தில் a, b என்பன ஒருமுனை ஈனிகளாகும். இச்சேர்மம் வடிவ வச மாற்றியம் பெற்றுள்ளது. சான்றாக $[Rh(py)_3\ Cl_3]$ என்ற சேர்மத்தின் சிஸ்-(1,2,3 டிரை குளோரோ சேர்மம்) மற்றும் டிரான்ஸ்-(1,2,6-டிரைகுளோரோ சேர்மம்) என்ற இரு மாற்றியங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.



சிஸ்–மாற்றியம் டிரான்ஸ்–மாற்றியம்

b) ஒளி சுழற்சி மாற்றியம் **(Optical Isomerism)**

சில கனிம கரிம சேர்மங்கள் தளமுனைவுற்ற ஒளியைச் சுழற்றும் பண்பைப் பெற்றுள்ளன. இத்தகு சேர்மங்கள் "ஒளி சுழற்சி மாற்றியங்கள்" எனப்படும். இந்நிகழ்வுக்கு "ஒளி சுழற்சி மாற்றியம்" என்று பெயர். இவ்வொளி சுழற்சி மாற்றியங்கள் ஒத்த இயற்பியல் வேதியியல் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். தளமுனைவுற்ற ஒளியைச் சுழற்றும் பண்பில் மட்டும் மாறுபட்டிருக்கும். ஒரு மாற்றியம் வலப்புறமும் மற்றது இடப்புறமும் சுழற்றும்.

$[PtCl_2(en)_2]_1^{2+}$, போன்ற அணைவுச் சேர்மங்களில் இரு வடிவவச மாற்றியங்கள் உள்ளன. அவை சிஸ் மற்றும் டிரான்ஸ் ஆகும். இதில் சிஸ் மாற்றியம் சீர்மையற்ற தன்மையைப் பெற்றுள்ளதால் ஒளி சுழற் பண்பைக் கொண்டுள்ளது.

6.5 அணைவுச் சேர்ம கொள்கைகள்

6.5.1 வெர்னர் கொள்கை

பிரான்ஸ்ஸில் பிறந்த ஸ்விஸ் நாட்டு வேதியியலார் ஆல்ப்ரட் வெர்னர் (1866-1919) என்பவர் அணைவுச் சேர்மங்கள் பற்றிய புதிய கொள்கையை வெளியிட்டார். அவர்தம் கொள்கைக்காகவும், உலோக அணைவுச் சேர்மங்களைக் கொண்டு அவர் நிகழ்த்திய வழிகாட்டும் சோதனைகளுக்காகவும் 1913 ஆம் ஆண்டிற்கான வேதியியல் துறை சார் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. கனிம வேதியியல் துறையில் முதன் முதலில் நோபல் பரிசு பெற்றவர் வெர்னர். இவர் **"அணைவுச் சேர்மங்களின் தந்தை"** என்று கருதப்பட்டார்.

வெர்னரின் அணைவுச் சேர்மம் பற்றிய கொள்கையின் சுருக்கம்

ஆல்ப்ரட் வெர்னர் அணைவுச் சேர்மங்களின் அமைப்பை ஆராய்ந்து அறிந்து, 1893 ஆம் ஆண்டு தாம் கண்டறிந்த உண்மைகளை வெளியிட்டார். அவையே "வெர்னரின் அணைவுக் கொள்கை" எனப்படுகின்றன.

வெர்னர் கொள்கையின் கருதுகோள்கள்

1) ஒவ்வொரு உலோக அணுவும் இருவகை இணைதிறன்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. அவைகள்:
   i) முதன்மை அல்லது அயனியுறும் இணைதிறன் மற்றும்
   ii) இரண்டாம் நிலை அல்லது அயனியுறா இணைதிறன் என்பனவாம்.

2) முதன்மை இணைதிறன் உலோக அயனியின் ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற நிலையைக் குறிக்கிறது. இந்த இணைதிறன் எப்போதும் எதிர்மின் அயனிகளால் மட்டுமே நிறைவு செய்யப்படுகின்றது.

3) இரண்டாம் நிலை இணைதிறன் உலோக அயனி (அ) அணுவின் அணைவு எண்ணைக் குறிக்கிறது. இவ்வினைதிறன் எதிர்மின் அயனிகள் (அ) நடுநிலை மூலக்கூறுகளால் நிறைவு செய்யப்படுகின்றது.

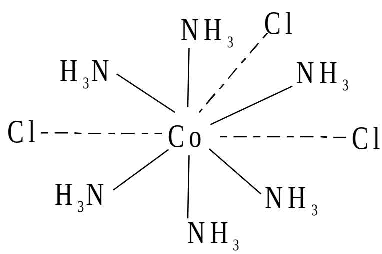
4) இரண்டாம் நிலை இணைதிறன்களை நிறைவு செய்யும் மூலக்கூறுகள் (அ) அயனிகள் ''ஈனிகள்'' எனப்படும்.

5) இரண்டாம் நிலை இணைதிறன்களை நிறைவு செய்யும் ஈனிகள் புறவெளியில் குறித்த திசைநோக்கி அமையும். எனவே இரண்டாம் நிலை இணைதிறன்கள் திசைநோக்கிய இயல்பு கொண்டவை. முதன்மை இணைதிறன்களுக்குத் திசை நோக்கிய இயல்பு கிடையாது.

6) ஈனிகளில் பகிர்வு பெறாத எலக்ட்ரான் இணைகள் உள்ளன. இப்பகிர்வுபெறா எலக்ட்ரான் இணைகள் ஒரு சேர்மத்தில் உள்ள மைய உலோக அயனி (அ) அணுவிற்கு வழங்கப்படுகின்றன. இவ்வகைச் சேர்மங்களே அணைவுச் சேர்மங்கள் எனப்படுகின்றன.

வெர்னர் அமைப்பு

$[Co(NH_3)_6]Cl_3$ என்ற சேர்மத்தின் அமைப்பை வெர்னர் பின்வருமாறு குறித்தார். விடுபட்ட கோடுகள் (dotted lines) மூன்று Cl^- அயனிகளுடன் சேரும் முதன்மை இணைதிறன்களைக் குறிக்கும். திடக்கோடுகள் (solid lines) ஆறு அமோனியா மூலக்கூறுகளுடன் சேரும் இரண்டாம் நிலை இணைதிறன்களைக் குறிக்கும்.



வெர்னர் கொள்கையின் குறைகள்

வெர்னர் தன் கொள்கையின்படி பல அணைவுச்சேர்மங்களின் அமைப்புகளை ஆய்ந்து வெற்றிகரமாக அம்முடிவுகளை வெளியிட்டார். இருப்பினும் அணைவுக் கோளத்தில் உருவாகும் பிணைப்புகளின் தன்மையை போதிய வகையில் வெர்னர் கொள்கை மூலம் விளக்க இயவில்லை.

6.5.2 இணைதிறன் பிணைப்புக்கொள்கை(VB Theory)

லினஸ் பௌலிங் (Linus Pauling) என்பவரின் முக்கிய ஆய்வுக்கொள்கையே இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கையாகும். அணு ஆர்பிடால்கள் அல்லது இனக்கலப்பு ஆர்பிடால்கள் மேற்பொருந்தும் தன்மையால் இக்கொள்கை விளக்கப்படுகிறது.

இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கையின் கருதுகோள்கள்

1) மைய உலோக அணு/அயனியின் அணைவு எண்ணுக்குச் சமமான வெற்று ஆர்பிடால்களை பெற்றிருக்கும்.

2) இவ்வெற்று ஆர்பிடால்கள் ஈனிகளின் ஆர்பிடால்களுடன் மேற்பொருந்தி சக பிணைப்புகளை ஏற்படுத்தும்.

3) மைய உலோகத்தின் வெற்று ஆர்பிடாலும், எலக்ட்ரான் நிறைந்த ஈனி ஆர்பிடாலும் மேற்பொருந்தி சகபிணைப்பை ஏற்படுத்தும். இந்த அதிகபட்ச ஆர்பிடால் மேற்பொருந்துதல் உலோக-ஈனி σ (சிக்மா) பிணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது.

4) ஆர்பிடால்களின் மேற்பொருந்துதல் அதிகமாக இருந்தால் வலிமையான சகபிணைப்பு உருவாகும். உலோக ஆர்பிடால்கள் இனக்கலப்பு நிகழ்த்தினால் மட்டுமே இத்தகு "அதிகபட்ச ஆர்பிடால் மேற்பொருந்துதல்" ஏற்படும். இனக்கலப்பற்ற ஆர்பிடால்களைவிட இனக்கலப்பு ஆர்பிடால்கள் நல்ல திசை நோக்கி அமையும் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும்.

அணைவு எண், ஆர்பிடால் இனக்கலப்பு மற்றும் புறவெளி அமைப்பு போன்றவற்றைப் பின்வரும அட்டவணை மூலம் நன்கறியலாம்.

அணைவு எண்	இனக்கலப்பு வகைகள்	புறவெளி அமைப்பு
2	sp	நேர்க்கோட்டு அமைப்பு
4	sp^3	நான்முகி
4	dsp^2	சதுர தளம்
6	d^2sp^3	எண்முகி
6	sp^3d^2	எண்முகி

காந்த திருப்புத் திறன்

குறைந்தது ஓர் இணை செய்யப்படாத எலக்ட்ரானைக் கொண்டுள்ள பொருள் பேரா காந்தத் தன்மை கொண்டது எனப்படும். இப்பொருள் வெளிகாந்தப் புலத்தால் ஈர்க்கப்படும். பின்வரும் "சுழற்சி-மட்டும்" (spin-only) வாய்ப்பாட்டின் மூலம் பொருளின் பேராகாந்தத் திருப்புத்திறன் கணக்கிடப்படும்.

$$\mu_s = \sqrt{n(n+2)}\ \text{BM}$$

μ_s = சுழற்சி-மட்டும காந்தத்திருப்புத் திறன்

n = இணை செய்யப்படாத ஒற்றை எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

BM = காந்தத் திருப்புத்திறனுக்கான அலகு, போர் மேக்னடான். ஒரே ஒரு இணைசெய்யப்படாத எலக்ட்ரானைக்கூட பெற்றிராத பொருள்கள் டையாகாந்தத்தன்மை கொண்டவை எனப்படும்.

இணை செய்யப்படாத ஒற்றை எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை	சுழற்சி-மட்டும் திருப்புத்திறன் (BM)
1	$\sqrt{1(1+2)} = \sqrt{3} = 1.73$
2	$\sqrt{2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.83$
3	$\sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87$
4	$\sqrt{4(4+2)} = \sqrt{24} = 4.90$
5	$\sqrt{5(5+2)} = \sqrt{35} = 5.92$

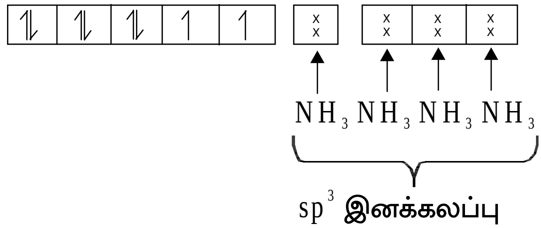
இணைதிறன் பிணைப்புக்கொள்கையின் பயன்கள்

1) நிக்கல் அணு

வெளிக்கோளப் பாதை எலக்ட்ரான் அமைப்பு $3d^8\ 4s^2$

	3d					4s	4p		
Ni அணு	⇅	⇅	⇅	↑	↑	⇅			
Ni^{+2} அயனி	⇅	⇅	⇅	↑	↑				

$[Ni(NH_3)_4]^{2+}$



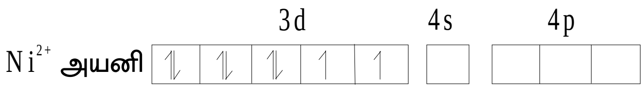
இணை செய்யப்படாத ஒற்றை எலக்ட்ரான்கள் = 2

$$\therefore \quad \mu_s = \sqrt{2(2+2)} = 2.83 BM$$

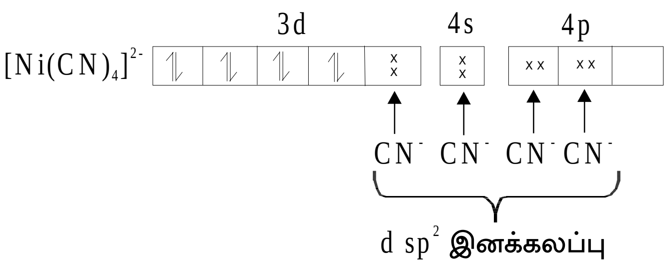
sp^3 இனக்கலப்பு உள்ளதால் இதன் அமைப்பு நான்முகி ஆகும்.

2) $[Ni(CN)_4]^{2-}$

நான்கு ஈதல் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்தும dsp^2 இனக்கலப்பு கொண்ட மற்றொரு சாத்தியமான அமைப்பு சதுர தளமாகும்.



CN^- ஈனி பலமுள்ளது. எனவே இணை செய்யப்படாத எலக்ட்ரான்களை இணை செய்ய வைக்கிறது.

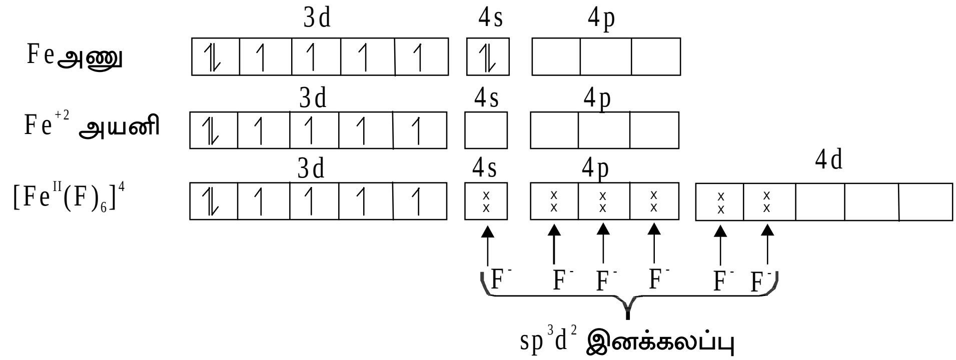


இம்மூலக்கூறின் புற அமைப்பு சதுர தளமாகும்.

எண்முகி வடிவ அணைவுகள்

1) Fe அணு

வெளிக்கோளப்பாதை எலக்ட்ரான் அமைப்பு $3d^6 \quad 4s^2$

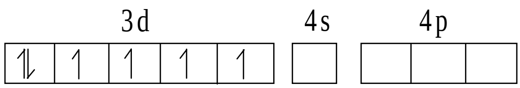


இணை செய்யப்படாத ஒற்றை எலக்ட்ரான்கள் = 4

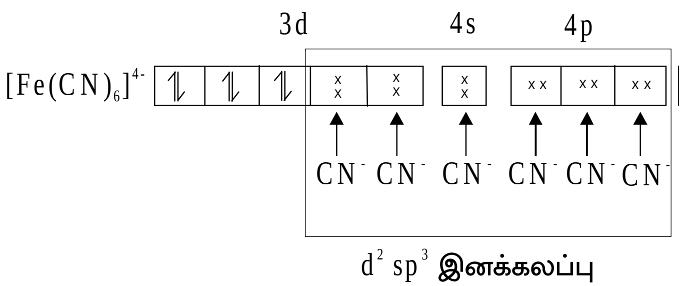
$$\therefore \quad \mu_s \sqrt{4(4+2)} = \sqrt{24} = 4.90\,\text{BM}$$

பேரா காந்தத்தன்மையுள்ள இம்மூலக்கூறின் புறவெளி அமைப்பு எண்முகியாகும்.

2) Fe^{+2} அயனி



$[Fe(CN)_6]^{4-}$ அயனியிலுள்ள CN^- ஈனி பலமுளளது. இணை செய்யப்படாத எலக்ட்ரான்களை இணை செய்ய வைக்கிறது. இணை செய்யப்படாத எலக்ட்ரான் இல்லாததால் இது டையா காந்தத்தன்மை கொண்டது.



இம்மூலக்கூறின் புறவெளி அமைப்பு எண்முகியாகும்.

இணைதிறன் பிணைப்பு கொள்கையின் குறைகள்

1950 கள் வரையில் வேதியியலார் அனைவரும் இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கை மூலமே அணைவுச் சேர்மங்களை ஆய்ந்து வந்தனர்.

ஆயினும் காந்தப்பண்பு எலக்ட்ரான் பண்பு மற்றும் நிறநிரல் (spectroscopic) பண்புகளை இக்கொள்கை மூலம் விளக்க இயலாதது பெருங் குறையாகும்.

6.6 அணைவுச் சேர்மங்களின் பயன்கள்

1. சாயங்களும் நிறமூட்டிகளும் (Dyes and Pigments)

தொன்மை காலம் முதலே அணைவுச்சேர்மங்கள் சாயங்களாகவும் நிறமூட்டிகளாகவும் பயன்பட்டு வருகின்றன. சான்றாக மாடர் சிகப்பு சாயம் பழமை கிரேக்கர்களாலும் மற்றவர்களாலும பயன்படுத்தப்பட்டது. இது ஹைட்ராக்ஸி ஆந்த்ரோகுயினோன் சாயமாகும். நீலநிற காப்பர்தேலோ சயனின் என்ற நிறமூட்டி தற்காலத்தில் பயன்படுகிறது.

2. பகுப்பாய்வு வேதியியல்

சோதனைச்சாலையில் அணைவுச் சேர்மங்களின் பயனை நேரடியாகக் கண்டு வருகிறீர்கள்.

a) நிறச்சோதனை: பல அணைவுச் சேர்மங்கள் அடர் நிறங் கொண்டவையாக இருப்பதால் சேர்மங்கள் நிறம் காட்டும் (colourimetric) காரணிகளாகப் பயன்படுகின்றன. சான்று: செந்நிற 2,2’-பைபிரிடில் மற்றும் 1,10-பினேன்த்ரோலின் சேர்மங்கள் Fe^{2+} அயனியைக் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன.

b) எடையறி பகுப்பாய்வு : கொடுக்கு பிணைப்புத் தன்மையுடன், நீரில் கரையாத அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் ஈனிகள் அதிக அளவில் பயன்படுகின்றன. சான்று $Ni(DMG)_2$ மற்றும் $Al(oxine)_3$.

c) சேர்மம் உருவாதல் தரம் பார்த்தலும் மறைப்புக் காரணிகளும்: EDTA கரைசலைப் பயன்படுத்தி பருமனறி பகுப்பாய்வு நிகழ்த்தும் போது மிக அதிக அளவு உலோக அயனிகளுடன் தரம் பார்க்கலாம். சான்று: Zn^{2+}, Pb^{2+},Ca^{2+},Co^{2+},Ni^{2+},Cu^{2+} முதலியன. வேண்டியவாறு pH மதிப்பை மாற்றி அமைத்தும், தக்க நிறங்காட்டிகளைப் பயன்படுத்தியும் உலோகக் கலவைகளை ஆய்வு செய்யலாம். சான்று Bi^{3+} அயனியை Pb^{2+} முன்னிலையில் ஆய்வு செய்யலாம். மாற்றாக EDTA வைப் பயன்படுத்தி குறுக்கீடு செய்யும் அயனியை மறைக்கலாம். EDTA முதல் உலோக அயனிக்கு மறைப்புக் காரணியாக செயல்படும். இரண்டாம் உலோகத்தை ஆய்வு செய்யலாம்.

3. உலோகங்களைப் பிரித்தெடுத்தல்

சில உலோகங்கள் அவற்றின் தாதுப்பொருள்களிலிருந்து நிலைத்த அணைவுச் சேர்மமாக மாற்றி பிரித்தெடுக்கலாம். சான்று Ag மற்றும் Au உலோகங்கள் சயனைடு சேர்மங்களாக மாற்றி பிரித்தெடுக்கலாம்.

4. உயிர்-கனிம வேதியியல்

இயற்கையில் உருவாகும் உயிர்-கனிம அணைவுச் சேர்மங்கள், ஹீமோ குளோபின், குளோரோபில் மற்றும் விட்டமின் 12 போன்றவையாகும். கனஉலோக நஞ்சுக்கு மாற்றாக கொடுக்கிணைப்பு சேர்மங்களை உருவாக்கும் ஈனிகள் மருத்துவத் துறையில் பயன்படுகின்றன. மனித உடலிலிருந்து கேடு செய்யும் நஞ்சுத்தன்மை மற்றும் கதிரியக்கத் தன்மை கொண்ட பொருள்களை நீக்கும் செயலை EDTA போன்ற அணைவுக் காரணிகள் விரைவுபடுத்துகின்றன. (சான்று : Pb^{2+}) இத்தகு தருணங்களில் கரையும் தன்மைகொண்ட உலோக கொடுக்கிணைப்பு சேர்மங்கள் உருவாகின்றன.

5. வேதி மருத்துவ இயல்

சிஸ் $Pt(NH_3)_2Cl_2$ என்ற சேர்மம் tumour எனப்படும் தேவையில்லா குறுகட்டிகளுக்கு எதிர்மருந்தாக மருத்துவத்தில் பயன்படுகிறது.

6. செயற்கை சோப்புகள் **(Synthetic detergents)**

டிரைபாலிபாஸ்பேட் போன்ற கொடுக்கிணைப்பு காரணிகள் செயற்கை சோப்புகளில் உள்ளன. இக்காரணிகள் நீரின் கடினத் தன்மைக்குக் காரணமான நேர்மின் அயனிகளை தனிமைப்படுத்தி அவைகள் சோப்புகளுடன் குறுக்கீடு செய்வதைத் தடுக்கின்றன.

6.7 உயிர்-அணைவுச் சேர்மங்கள்

தாவர, மிருக உயிரியல் செயல்பாடுகளில் அணைவுச் சேர்மங்கள் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன. சில முக்கிய உயிர்-அணைவுச் சேர்மங்களின் பட்டியல் கீழே அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

	பெயர்	செயல்
1.	ஹிமோகுளோபின்	ஆக்ஸிஜனைத் தேக்கி வைத்தலும் எடுத்துச் செல்லுதலும்
2.	குளோரோபில்	ஒளிச்சேர்க்கை
3.	பெர்ரிடாக்ஸின் குப்ரிடாக்ஸின்	எலக்ட்ரான் மாற்றம்

உயிர்-அணைவுச் சேர்மங்களில் ஹிமோகுளோபின் மற்றும் குளோரோபில் இரண்டும் இயற்கை செயல்பாடுகளில் மிகமுக்கிய பணியாற்றுகின்றன.

6.7.1 ஹிமோகுளோபின்

நுரையீரலிலிருந்து திசுக்களுக்கு ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்லும் இரத்த சிவப்பணுக்களே ஹிமோகுளோபின்களாகும். திசுசெல்லில் ஆக்ஸிஜனை சுவாசித்தலுக்காக வெளிவிடும் போது இந்த இரத்த சிவப்பணுக்கள் செந்நிறத்திலிருந்து ஊதா (purple) நிறமாக மாறுகின்றன. அப்போது இரத்தச் சிவப்பணு வெளியேற்றப்பட வேண்டிய கார்பன் டை ஆக்ஸைடை நுரையீரலுக்குக் கொண்டு வந்து சுவாசம் மூலம் வெளியேற்றுகிறது.

ஹிமோகுளோபின் மற்றும் மையோகுளோபின் தன்மை

இரண்டும் ஒரே மாதிரியான அமைப்பு பெற்றவை. மையோ குளோபின் ஒருபடி கொண்டது ஹிமோகுளோபின் நான்குபடி கொண்டதாகும். இதுவே இவைகளுக்குள்ள வேறுபாடாகும்.

இரண்டும் இரும்பு-போர்பைரின் சேர்மங்களாகும். இரண்டும் Fe^{2+} அயனி, போர்பைரின் தொகுதிகளக் கொண்டிருக்கும். இரும்பு-போர்பைரின் சேர்மம் ஹிமி தொகுதி எனப்படும். இது ஹிமோகுளோபினின் பகுதியாகும். ஒவ்வொரு ஹிமோகுளோபின் மூலக்கூறும் நான்கு துணைப் பகுதிகளைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒரு மடித்த ஒரு சங்கிலி போன்றது ஆகும்.

ஹிமோகுளோபினின் செயல்படு பகுதி ஹிமி தொகுதியாகும். இத்தொகுதியில் Fe^{2+} அயனி போர்பைரின் தொகுதியிலுள்ள நான்கு நைட்ரஜன் அணுக்களுடனும் ஹிஸ்டிடின் தொகுதியிலுள்ள ஒரு நைட்ரஜன் அணுவுடனும் ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது. எண்முகி அமைப்பின் ஆறாம் முனை ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுடன் பிணைக்கிறது.

6.7.2 குளோரோபில்

மெக்னீசியம், போர்பைரின் சேர்மம் குளோரோபில் ஆகும். சற்று மாறுபட்ட போர்பைரின் வளையத்தின் மையத்தில் மெக்னீசியம் அமைந்துள்ளது. உலோகத்தின் ஆக்சிஜன் ஏற்ற எண் +2 (Mg^{2+}). சற்று மாறுபட்ட போர்பைரின் ஈனியாகச் செயல்படுகிறது. மூலக்கூறு அமைப்பில் சற்று வேறுபட்ட பல வகை குளோரோபில்கள் உள்ளன.

குளோரோபில் "a" என்ற நிறமூட்டி ஒளி ஆற்றலை வேதியாற்றலாக மாற்றுகிறது. எனவே தாவரங்களில் பச்சை நிறம் ஊட்டும் குளோரோபில்

ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெற உதவுகிறது. சூரிய ஒளியின் முன்னிலையில் குளோரோபில் என்ற பச்சையம் காற்றிலுள்ள கார்பன்டைஆக்ஸைடு மற்றும் நீர்மூலக்கூறுகளை கார்போஹைட்ரேட்டாகவும், ஆக்ஸிஜனாகவும் மாற்றும் செயலுக்கு ஒளிச்சேர்க்கை என்று பெயர். இம்முக்கிய செயலில் குளோரோபில் "ஒளிதன்மைபடுத்தும்" (light sensitiser) பொருளாக செயல்படுகிறது.

$$xCO_2 + yH_2O \xrightarrow[\text{sunlight}]{\text{chlorophyll}} C_x(H_2O)y + XO_2$$

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு குளோரோபில் தவிர மேலும நான்கு உலோக சேர்மங்கள் – ஒரு மாங்கனிசு சேர்மம், இரு இரும்பு சேர்மங்கள் மற்றும் ஒரு தாமிர சேர்மம் – துணை செய்கின்றன.

ஆக்ஸிஜனை சுவாசிக்கும் மிருகங்கள் அனைத்தும் மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜனை ஹிமோகுளோபின் மூலம் உள்ளெடுத்து CO_2 வாயுவை வெளிவிடுகின்றன. ஆனால் குளோரோபில் CO_2 வாயுவை O_2 மூலக்கூறாக மாற்றும் செயலுக்குத் துணை செய்கிறது. O_2 மூலக்கூறு மனித உடற் செல்லில் எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது.

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையைத் தேர்வு செய்க

1. இரட்டை உப்பு எது?

   a) $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24H_2O$ b) NaCl c) $K_4[Fe(CN)_6]$ d) KCl

2. அணைவு எண் நான்கு கொண்ட சேர்மத்திற்கான சான்று

   a) $K_4[Fe(CN)_6]$ b) $[Co(en)_3]Cl_3$

   c) $[Fe(H_2O)_6]Cl_3$ d) $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$

3. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ அணைவு அயனியின் அமைப்பு

   a) நேர்க்கோடு b) நான்முகி c) சதுர தளம் d)வளைந்த அமைப்பு

4. கொடுக்கிணைப்பு சேர்மமாக்கும் ஈனிக்கான சான்று

   a) NO^-_2 b) குளோரோ c) புரோமோ d) en

5. $[Fe(CN)_6]^{4-}$ அணைவு அயனியின் அமைப்பு

   a) நான்முகி b) சதுர தளம் c) எண்முகி d) முக்கோணம்

6. $[NiCl_4]^{2-}$ என்ற அணைவு அயனியில் நிக்கலின் ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற எண்

a) +1 b) -1 c) +2 d) -2

7. எதிர்மின் அணைவு அயனியில்லா சேர்மம் எது?

a) $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$ b) $K_4[Fe(CN)_6]$
c) $K_3[Fe(CN)_6]$ d) $[NiCl_4]^{2-}$

8. $[Ni(CN)_4]^{2-}$ அயனியின் அமைப்பு

a) நான்முகி b) சதுர தளம்
c) முக்கோணம் d) எண்முகி

9. பிணைப்பு ஈறணு கொண்ட ஈனி எது?

a) CN^- b) Cl^- c) NO_2^- d) I^-

10. $[FeF_6]^{4-}$ பேராகாந்தத்தன்மை கொண்டது ஏனெனில்

a) F^- குறைபுல ஈனி b) F^- நிறைபுல ஈனி
b) F^- வளையும் தன்மை கொண்ட ஈனி d)F^- கொடுக்கிணைப்பு சேர்ம ஈனி

11. $[Fe^{II}(CN)_6]^{4-}$ அயனியில் மைய உலோக அயனி

a) Fe b) Fe^{+2} c) Fe^{+3} d) CN^-

12. $[Ni(CN)_4]^{2-}$ அயனியில் Ni(II) வின் அணைவு எண்

a) 2 b) 4 c) 5 d) 6

13. $[Pt^{IV}(NH_3)_2Cl_2]^{2+}$ என்பதின் பெயர்

a) டைஅம்மின்டைகுளோரோ பிளாட்டினம்(IV) அயனி
b) டைஅம்மின்டைகுளோரோ பிளாட்டினம்(IV)
c) டைஅம்மின்டைகுளோரோ பிளாட்டினம்
d) டைகுளோரோ டைஅம்மின் பிளாட்டினம்(IV) அயனி

14. $K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow 4K^+ + [Fe(CN)_6]^{4-}$ என்பதில் அணைவு அயனி

a) K^+ b) CN^- c) Fe^{II} d) $[Fe(CN)_6]^{4-}$

15. முதல் இடைநிலைத் தனிம வரிசையை சேர்ந்த ஓர் உலோக அயனியின் எண்முகி அணைவுச் சேர்மத்தின் காந்தத் திருப்புத்திறன் 4.9 BM அவ்வுலோகத்தின் மற்றொரு எண்முகி சேர்மம் டையாகாந்தத் தன்மைகொண்டது. அவ்வுலோகம்

a) Fe^{2+} b) Co^{2+} c) Mn^{2+} d) Ni^{2+}

16. பேராகாந்தத்தன்மையின் அலகு

a) டிபை அலகு b) கிலோ ஜீல் c) BM d) எர்க்

17. $[Co(NO_2)(NH_3)_5]SO_4$ மற்றும் $[Co(SO_4)(NH_3)_5]\ NO_2$ சேர்மங்களில் உள்ள மாற்றியம் என்ன?

a) நீரேற்று மாற்றியம் b) அணைவு மாற்றியம்
c) பிணைப்பு மாற்றியம் d) அயனியாதல் மாற்றியம்

18. அணைவுச்சேர்மத்தின் எப்பண்பை இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கை விளக்க இயலவில்லை?

a) புறவெளி அமைப்பு b) காந்தப்பண்பு c) ஈனித்தன்மை d) நிறம்

B. ஓரிரு வாக்கியங்களில் பதில் தருக

19. எளிய உப்பு என்றால் என்ன? ஒரு சான்று தருக.

20. இரட்டை உப்பு என்றால் என்ன? ஒரு சான்று தருக.

21. அணைவு உப்பு இரட்டை உப்பிலிருந்து எவ்வகைகளில் வேறுபடுகின்றது?

22. ஈனிகள் மற்றும் அணைவு எண் என்றால் என்ன?

23. ஒருமுனை, இருமுனை மற்றும் கொடுக்கு பிணைப்பு ஈனிகளுக்கு ஒவ்வொரு சான்று தருக.

24. பின்வரும் சேர்மங்களில் உள்ள மைய உலோக அயனியின் மின்சுமையை கணக்கிடுக.

a) $[Fe(NH_3)_4Cl_2]\ NO_3$ b) $Na[B(NO_3)_4]$

25. பின்வரும் சேர்மங்களின் பெயர்களைத் தருக.

a) $[Co(NH_3)_5(H_2O)]Cl_3$ b) $Na[B(NO_3)_4]$

26. பின்வருவனவற்றின் வாய்ப்பாடுகள் மற்றும் அமைப்புகளைத் தருக.

a) டிரைஸ் (எத்திலின் டை அமின்) கோபால்ட்(III) அயனி
b) பென்டாஅம்மைன்சல்பேட்டோகோபால்ட்(III)

27. சிஸ் மற்றும் டிரான்ஸ் $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ சேர்மங்களின் அமைப்புகளை வரைக.

28. கொடுக்கு பிணைப்பு அணைவுகள் என்றால் என்ன? ஒரு சான்று தருக.

C. அறுபது வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடை தருக

29. தக்க சான்றுகளுடன் அணைவு மாற்றியம் மற்றும் அயனியாதல் மாற்றியங்களை விளக்குக.

30. இணைதிறன் பிணைப்பு கொள்கையின்மூலம் பின்வரும் சேர்மங்களின் ஆர்பிடால் இனக்கலப்பு மற்றும் காந்தப் பண்புகளை விளக்குக.

    a) $[FeF_6]^{4-}$ b) $[Fe(CN)_6]^{4-}$

31. $K_4[Fe(CN)_6]$, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ ஆகிய சேர்மங்களுக்கு பின்வருவனவற்றைக் குறிக்கவும்.

    a) பெயர்கள் b) மைய உலோக அயனிகள் c) ஈனிகள்
    d) அணைவு எண்கள்

32. பின்வரும் சேர்மங்களில் பேராகாந்தத்தன்மை திருப்புத்திறனுக்கும் இணை செய்யப்படாத எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கும் எவ்வாறு தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது?

    a) $K_4[Fe(CN)_6]$ b) $K_3[Fe(CN)_6]$

33. $[FeF_6]^{4-}$ எவ்வாறு $[Fe(CN)_6]^{4-}$ யிலிருந்து வேறுபடுகிறது?

34. $[Ni(CN)_4]^{2-}$ டையாகாந்தத்தன்மை கொண்டது, $[NiCl_4]^{2-}$ பேராகாந்தத் தன்மை கொண்டது. விளக்குக.

35. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ சதுர தளம், $[NiCl_4]^{2-}$ நான்முகி. விளக்குக.

36. இணைதிறன் பிணைப்புக்கொள்கையின் குறைகள் யாவை?

37. $[FeF_6]^{4-}$ ஐ சான்றாகக் கொண்டு, இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கை வழியில் அதன் புறவெளி அமைப்பு, d-ஆர்பிடால் பகுப்பு தன்மை மற்றும் காந்தப்பண்புகளை விவரி.

38. இயற்கை வினைகளில் குளோரோபில்லின் செயலை விளக்குக.

39. சுற்றுச் சூழல் வேதியியலில் குளோரோபில்லின் முக்கியத்துவம் யாது? அதன் செயல்பாடுகளை விவரி.

தொகுப்புரை

அணைவுச் சேர்மங்களின் தன்மை விரிவாக விவாதிக்கப்பட்டது. அணைவுச் சேர்மத்தில் பயன்படும் அறிவியல் கலைச்சொற்கள், அணைவுச் சேர்மங்களில் உள்ள பலவகை மாற்றியங்கள் சான்றுகளுடன் விளக்கப்பட்டன. வெர்னர் கொள்கை, இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கை விளக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கொள்கைகளின் நிறை குறைகள் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளன. அணைவுச் சேர்மங்களின் பயன்கள் சுருக்கமாக விளக்கப்படுகின்றன. ஹிமோகுளோபின் மற்றும் குளோரோபில் ஆகியவற்றின் செயல்கள் மற்றும் பயன்கள் விளக்கப்பட்டன.

ஆதார நூல்கள்

1. Coordination Chemistry, S.F.A.Kettle, The English language book society and Nelson, 1969.
2. Concise Inorganic Chemistry, J.D.Lee, Chapman and Hall, London, 1992.

7. உட்கரு வேதியியல்

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *உட்கரு வேதியியலின் அடிப்படை அறிதல்.*
- *உட்கரு வேதி வினைகள் மற்றும் வேதி வினைகளை அறிதல்.*
- *அணு உட்கருவின், ஆற்றல், இயைபு மற்றும் உட்கருச் சிதைவு, உட்கரு இணைப்பு வினைகளைக் கற்றல்.*
- *அணு உலைகளின் அடிப்படை செயல் முறைகளை அறிதல்.*
- *சூரியனில் நிகழும் உட்கரு வினைகளை அறிதல்.*
- *கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் பயன்கள் மற்றும் வினை வழி முறைகளைக் கற்றல்.*

ஹென்றிபெக்கோரல் என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு அறிவியல் அறிஞருக்கு இயற்கைக் கதிரியக்கத்தைக் கண்டறிந்ததற்காக 1903-ஆம் ஆண்டிற்கான "நோபல் பரிசு" வழங்கப்பட்டது.

பியரி க்யூரி மற்றும் மேரி க்யூரி ஆகிய இரு பிரான்ஸ் நாட்டு அறிஞர்களுக்கும் அதே ஆண்டு "கதிரியக்கம்" பற்றிய அவர்களின் ஆய்வுக்காக நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. மேரி க்யூரி ரேடியம் மற்றும் பொலோனியத்தைக் கண்டறிந்தார். ரேடியத்தைப் பிரித்தும் எடுத்தார். ஹென்றிகோ ஃபெர்மி என்ற இத்தாலி நாட்டு அறிஞர் 1938 ஆம் ஆண்டு குறைவேக நியூட்ரான்களால் தூண்டப்பட்ட உட்கரு வினைகளைக் கண்டறிந்தார்; அதற்காக நோபல் பரிசும் பெற்றார்.

உட்கரு வேதியியல்

* கதிரியக்கம்: சில அணு உட்கருக்கள் தன்னிச்சையாக சிதைந்து சிலவகைக் கதிர்களை வெளிவிடுகின்றன. இவ்வகை நிகழ்வுகளுக்குக் கதிரியக்கம் என்று பெயர்.

* கதிரியக்கம் என்பது உட்கருசார்ந்த நிகழ்வு, வெப்ப நிலை, அழுத்தம் போன்ற புறக்காரணிகள் கதிரியக்கத்தை பாதிக்காது. ஹென்றி பெக்கோரல் என்ற அறிஞர் இக்கதிரியக்கத்தை முதன் முதலில் கண்டறிந்தார்.

* ருத்தர்போர்டு மற்றும் சோடி என்ற அறிஞர்கள் கதிரியக்க உட்கரு சிதைவுக்கான கோட்பாடுகளை வெளியிட்டனர் "ஓரலகு நேரத்தில் சிதைவுறும் கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அளவு, ஆரம்பநிலையில் இருந்த கதிரியக்கத்தனிமத்தின் அளவிற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்" என்பது அக்கோட்பாடாகும்.

இக்கோட்பாட்டின்படி பின்வரும் சமன்பாடு வருவிக்கப்பட்டது.

$$t = \frac{2.303}{\lambda} \log \frac{N_0}{N}$$ இச்சமன்பாட்டில்

λ = சிதைவு மாறிலி

N_0 = ஆரம்பநிலையில் உள்ள கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கை

N = 't' நேரத்திற்குப் பிறகு எஞ்சியுள்ள கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கை

அனைத்துவகைக் கதிரியக்க சிதைவு வினைகளும் முதல்வகை வினை வேதியலைச் சேர்ந்தவையாகும்.

* அரைவாழ்காலம்: கதிரியக்கப் பொருளின் ஆரம்ப அளவு சரிபாதியாகக் குறைவதற்குத் தேவைப்படும் காலம் "அரை வாழ்காலம்" ($t_{1/2}$) எனப்படும். இவ்வரைவாழ்காலம் ($t_{1/2}$) கதிரியக்கப் பொருளின் ஆரம்பநிலை அடர்வைச் சார்ந்ததல்ல. சிதைவுமாறிலி (λ)-யைச் சார்ந்திருக்கும். கதிரியக்கப் பொருளின் "சார்பு நிலைப்புத்தன்மையை" $t_{1/2}$ மதிப்பிலிருந்து அறியலாம் $t_{1/2}$ குறைவாக இருந்தால் அப்பொருள் எளிதில் சிதைவுறும். நிலைப்புத்தன்மையற்ற பொருளாகும்.

$$\left(t_{½} = \frac{0.693}{\lambda} \right)$$

சராசரி வாழ்காலம், $\tau \text{ (Tau)} = \frac{1}{\lambda} = \frac{t_{½}}{0.693} = 1.44\, t_{½}$ ஆகும்.

* கதிரியக்கம் என்பது உட்கரு சார்ந்த நிகழ்வு ஆதலால் உட்கருவின் நிலையற்ற தன்மையையும் சார்ந்து இருக்கும்.

* ஓர் ஆல்பா (α) துகள் என்பது இரு புரோட்டான்கள் மற்றும் இரு நியூட்ரான்கள் கொண்ட ஓர் ஹீலியம் உட்கரு ($_2He^4$) ஆகும்.

* ஒரு பீட்டா [β] துகள் என்பது வேகமாக இயக்கும் ஓர் எலக்ட்ரான் ஆகும்.

* காமா கதிர்வீச்சு என்பது நிறை, மின்சுமையற்ற மின்காந்த கதிராகும்.

* கதிரியக்க சிதைவு வரிசை: கனத்த, கதிரியக்கத் தன்மை கொண்ட உட்கருக்கள் சிதைந்து α (அ) β துகள்களை வெளிவிட்டபின் இறுதியாக காரீயம் [Pb] போன்ற நிலைப்புத் தன்மை அதிகம் கொண்ட ஐசோடோப்புகளாக மாறுகின்றன. நான்கு வகை கதிரியக்க சிதைவு வரிசைகள் உள்ளன. அவைகள்:

  4n - தோரியம் வரிசை

  4n+1 - நெப்டியூனியம் வரிசை

  4n+2 - யுரேனியம் வரிசை

  4n+3 - ஆக்டினியம் வரிசைகளாகும்

* **உட்கரு பிணைப்பாற்றல்**

  ஓர் உட்கரு உருவாகும் போது சிறிது நிறை ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. ஆகவே, அணு நிறையானது, அவ்வணுவில் உள்ள புரோட்டான்கள் நியூட்ரான்கள் மற்றும் எலக்ட்ரான்களின் நிறைகளின் கூட்டுத் தொகையைவிடக் குறைவாக இருக்கும். இந்நிறை வேறுபாடு “நிறை குறைவு” எனப்படும். இந்நிறை குறைவிலிருந்து புரோட்டான் நியூட்டான்களின் “பிணைப்பாற்றல்” அளவை அறியலாம். நிறை - ஆற்றல் தொடர்பை $\Delta E = \Delta m\, C^2$ என்ற ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாட்டின் மூலம் அறியலாம்.

7.1 வேதி வினைகளுக்கும் உட்கரு வினைகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள்

சாதாரண வேதிவினைகளில் அணுக்களின் உட்கருக்கள் பாதிப்படைவதில்லை. எலக்ட்ரான்கள் மட்டும் வேதிவினைகளில் ஈடுபடுகின்றன.

ஆனால் இயற்கை மற்றும் செயற்கைக் கதிரியக்கச் சிதைவு நடைபெறும் போது புதிய உட்கருக்கள் உண்டாகின்றன. அணு உட்கருக்களுக் கிடையேயான வினை அல்லது அணு உட்கருக்களுக்கும், நிறை குறைவான போட்டான்கள் போன்ற துகள்களுடன் உட்கரு வினைபுரிந்து புதிய உட்கருக்களை உருவாக்கும் செயலுக்கும் "உட்கரு வினைகள்" என்று பெயர்.

வேதிவினைகள்		உட்கரு வினைகள்	
1.	அணு வெளிக்கோளப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் இழப்பு, பெறுதல் மற்றும் பங்கீடு செய்வதின் மூலம் வேதிவினைகள் நிகழ்கின்றன.	1.	உட்கரு வினைகளில் ஆல்பா, பீட்டா மற்றும் காமா கதிர்வீச்சு உட்கருக்களிலிருந்து நிகழ்கிறது.
2.	வேதிவினைகளில் நிறை மட்டும் சமன் செய்யப்பட்டிருக்கும்	2.	உட்கரு வினைகளில் நிறை மற்றும் ஆற்றலும் சமன் செய்யப்பட்டிருக்கும்.
3.	வேதிவினையில் ஏற்படும் ஆற்றல் மாற்றம் உட்கரு வினைகளில் ஏற்படும் ஆற்றல் மாற்றத்தைவிடக் குறைவு ஆகும்.	3.	உட்கருவினை ஆற்றல்மாற்றம் வேதிவினை ஆற்றல் மாற்றத்தைவிட மிக அதிகமாகும்.
4.	வேதிவினை ஆற்றல்மாற்றம் கிலோ ஜூல்/மோல் அலகில் உள்ளது.	4.	உட்கருவினை ஆற்றல் மாற்றம் MeV (மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட்) என்ற அலகில் இருக்கும்.
5.	புதியதனிமங்கள் ஏதும் உருவாவதில்லை; ஏனெனில் உட்கரு வேதிவினையில் ஈடுபடுவதில்லை.	5.	உட்கருவினைகளில் புதிய தனிமங்கள்/ஐசோடோப்புகள் உருவாகின்றன.

உட்கரு வினைகளை விளக்கும்போது பின்வரும் உண்மைகளை கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

i) வேதிவினைபோலவே உட்கரு வினைகளிலும் வினபடுபொருள்கள் இடதுபுறமும் விளைபொருள்கள் வலப்புறமும் எழுத வேண்டும்.

ii) தனிமக்குறியின் இடது கீழ்ப்புறம் அணு எண்ணையும், வலது மேற்புறம் நிறை எண்ணையும் எழுத வேண்டும். சான்று $_{7}N^{14}$

iii) வேதிவினைகளில் இருபுறமும் பல்வேறு தனிமங்களின் அணுக்களின் எண்ணிக்கை சமன் செய்யப்படும். உட்கரு வினைகளில் இருபுறமும் மொத்த நிறை எண்கள் மற்றும் அணு எண்கள் சமன் செய்யப்படும்.

iv) தாக்கும் துகள்களுக்கு குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்படும்.

அதிவேகமாக மோதும் துகள்களுக்கு தாக்கும் துகள்கள் என்று பெயர். அவை பின்வரும் குறியீடுகளால் அறியப்படும்.

$_{0}n^{1}$ - நியூட்ரான்
$_{1}H^{1}$ or p - புரோட்டான்
$_{2}He^{4}$ or α - α துகள்
$_{1}H^{2}$ or $_{1}D^{2}$ - டியூட்ரான்
$_{-1}e^{0}$ or e - எலக்ட்ரான் (அ)β-துகள்
$_{+1}e^{0}$ - பாஸிட்ரான்

சிதைக்க வேண்டிய உட்கரு குறியிடப்பட்ட உட்கரு எனப்படும் சிதைவால் உருவாகும் புதிய உட்கரு “மகள் உட்கரு” எனப்படும். உட்கருச்சிதைவால் வெளியேறும் துகள்களுக்கு வெளித்தள்ளப்பட்ட துகள்கள் என்று பெயர்.

$$_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{18}O^{17} + {}_{1}H^{1}$$

தாக்கும் துகள் வெளித்தள்ளப்பட்ட துகள்

இச்சமன்பாடு உட்கரு வினையாகும். இது ஓர் (α, p) வகை வினையாகும். இவ்வினையை $_{7}N^{14}\ (\alpha,p)\ {}_{8}O^{17}$என்று குறிக்கலாம்.

உட்கரு வினைகளை சமன் செய்தல்

$$_{17}Cl^{37} + {}_{1}H^{2} \rightarrow {}_{18}Ar^{36} + ?$$

தீர்வு

$$_{17}C^{37} + {}_{1}H^{2} \rightarrow {}_{18}Ar^{38} + {}_{0}n^{1}$$

ஆகவே இவ்வினையைச் சுருக்கமாக $_{17}Cl^{37}\ (D,\ n)\ {}_{18}Ar^{38}$ எனக் குறிக்கலாம்.

உட்கருவினைகளின் **Q** மதிப்புகள்

உட்கரு வினை நிகழும் போது உறிஞ்சப்படும் அல்லது வெளிவிடப்படும் ஆற்றலே அவ்வினையின் Q-மதிப்பாகும்.

$$Q_{மதிப்பு} = (m_p - m_r)\ 931\ MeV$$ ஆகும்.

இதில் m_r - வினைபடு பொருள்களின் மொத்த நிறை
m_p - வினை பொருள்களின் மொத்த நிறை

ஆற்றல் உறிஞ்சப்படும்போது $m_p > m_r$, Q மதிப்பு நேர்மதிப்பு (+) கொண்டதாகும்.

ஆற்றல் வெளியிடப்படும்போது $m_r > m_p$. அப்போது Q மதிப்பு எதிர்க்குறி (-) கொண்டதாகும்.

7.2 உட்கரு வினைகளின் வகைகள்

1. பல சிறு சிதைவு வினை **(Spallation reaction)**

இவ்வகை உட்கரு வினைகளில் அதிவேக தாக்கும் துகள்கள் குறியிடப்பட்ட கனத்த உட்கருக்களை பல சிறு துகள்களாகச் சிதைக்கின்றன.

$${}_{29}Cu^{63} + {}_{2}He^{4} + 400\ MeV \rightarrow {}_{17}Cl^{37} + 14\ {}_{1}H^{1} + 16\ {}_{0}n^{1}$$

2. உட்கரு பிளப்பு வினை

கனத்த உட்கருக்கள் கனமற்ற, சற்றேறக்குறைய சமமான இரு உட்கருக்களாக பிளவுபடும் வினையாகும். இத்தகு வினை நிகழும் போது மிக அதிக அளவு ஆற்றல் வெளிவிடப்படுகிறது. ஜெர்மன் வேதியியலார் ஹாட்டோ ஹான், எஃப். ஸ்ட்ராஸ்மேன் மற்றும் மெய்னர் எனும் மூவர், ${}_{92}U^{235}$ உட்கருவை குறைவேக நியூட்ரான் மூலம் உட்கரு பிளப்பு வினையை முதன்முதலில் நிகழ்த்தினர். இவ்வினைகளில் நியூட்ரான்கள் வெளிவிடப்படுகின்றன. ${}^{235}U$, ${}^{238}U$, ${}^{232}Th$ போன்ற கனத்த உட்கருக்களில் p, n மற்றும் D துகள்கள் பிளப்பு வினைகளை உருவாக்குகின்றன.

உட்கரு பிளப்பு வினை வழி முறை

உட்கரு பிளப்பு வினையில் கனத்த உட்கரு ஒரு நியூட்ரானை உட்கொண்டு நிலைப்புத்தன்மையற்ற "கூட்டு உட்கரு" வை ஏற்படுத்துகிறது. இக் கூட்டு உட்கரு பிளந்து இரு சம கனமுள்ள உட்கருக்களைத் தருகிறது.

சான்று

யுரேனியம் உட்கரு நியூட்ரானால் பிளவுபடும் நிகழ்வு தக்க சான்றாகும்.

$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3\,{}_0n^1 + 200\text{ MeV}$$

மேற்காண் வினையில் வெளியிடப்படும் மூன்று நியூட்ரான்களும் மேலும் மூன்று U^{235} உட்கருக்களை தாக்குகின்றன. இவ்வாறு ஒரு சங்கிலித் தொடர் வினை நிகழ்கிறது. மிக அதிக ஆற்றல் வெளியிடப்படுகிறது. U^{236}என்ற கூட்டு உட்கரு பலவகைகளில் பிளவுபடுகிறது.

$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \longrightarrow {}_{92}U^{236} \begin{cases} {}_{56}Ba^{140} + {}_{36}Kr^{93} + 3\,{}_0n^1 \\ {}_{54}Xe^{144} + {}_{38}Sr^{90} + 2\,{}_0n^1 \\ {}_{55}Cs^{144} + {}_{37}Rb^{90} + 2\,{}_0n^1 \end{cases}$$

இவ்வகை பிளப்பு வினைகள் “தாமே அதிகரிக்கும்” வகை வினைகளாகும். ஆகவே இவ்வகை வினைகளில் மிகமிகக் குறைவான நேரத்தில் மிகமிக அதிகமான ஆற்றல் வெளியிடப்படும். எனவே, வெடித்தல் நிகழ்கிறது. “அணுகுண்டு” வெடித்தலில் இவ்வகை வினை நிகழ்கிறது.

உட்கரு பிளப்பு வினையில் வெளியிடப்படும் ஆற்றலைக் கணக்கிடல்

$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{42}Mo^{95} + {}_{57}La^{139} + 2\,{}_0n^1 + 7\,{}_{-1}e^0$$

என்ற வினையைக் கருதுவோம்.

$_{92}U^{235}$ ஐசோடோப்பின் நிறை எண் = 235.118 amu

$_{42}Mo^{95}$ ஐசோடோப்பின் நிறை எண் = 94.936 amu

$_{57}La^{139}$ ஐசோடோப்பின் நிறை எண் = 138.95 amu

$_0n^1$ -ன் நிறை எண் = 1.009 amu

$$\therefore 235.118 + 1.009 \rightarrow 94.936 + 138.95 + 2 \times 1.009$$

$$236.127\text{ amu} \rightarrow 235.906\text{ amu}$$

நிறை வேறுபாடு

$$= (236.127 - 235.906)\text{ amu} = 0.213\text{ amu}$$

$$1\text{ amu} = 931\text{ MeV}$$

$$0.213\text{ amu} = 0.213 \times 931.48 = 200\text{ MeV}$$

மேற்காண் பிளவு வினையில் வெளியிடப்படும் ஆற்றல் 200 MeV ஆகும்.

1945- ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் மாதம் முதன் முதலில் ஜப்பான் நாட்டு ஹிரோ ஷிமா என்ற நகரத்தின் மீது $_{92}U^{235}$ ஐசோடோப் கொண்ட அணுகுண்டு வீசப்பட்டது. Pu^{239} ஐசோடோப் கொண்ட இரண்டாவது அணுகுண்டு நாகாசாகி என்ற நகர் மீது வீசப்பட்டது. இவ்விரு அணுகுண்டு வீச்சிலும் நிகழ்ந்த அணு பிளவு வினைகளால் மிகமிக அதிக அளவு ஆற்றல் வெளிப்பட்டது. 20 ஆயிரம் டன் TNT என்ற வெடிப்பொருளை வெடித்தால் ஏற்படும் ஆற்றலைவிட அதிக ஆற்றல் அணுகுண்டு வீச்சால் வெளியிடப்பட்டது. ஆற்றலோடு வெப்பம், ஒளி மற்றும் கதிர்வீச்சுகளும் வெளிப்பட்டன.

உட்கரு பிளப்பு வினை - மின் உற்பத்திக் கலன்

உட்கரு வினைகளை மிகமிக குறைவேகத்தில் நிகழச் செய்து வெளியிடப்படும் ஆற்றலை கட்டுப்படுத்தலாம். உட்கருவினை நிகழ்கலம் (nuclear reactor) அல்லது உட்கருவினை - மின்னாற்றல் பெறுகலம் (nuclear power generator) என்பது ஒரு வகை உலைக் கலமாகும். U^{235} ஐசோடோப்பை பயன்படுத்தி மின் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

உட்கருவினை நிகழ்கலத்தில் வெளியிடப்படும் வெப்ப ஆற்றலை மிகு அழுத்த நீர் மூலம் வெளிக்கொணர்ந்து, “வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றம்” மூலம் வெளிச்சுற்று நீரை கொதிக்க வைத்து ஆவியாக்கி அந்த நீராவி மூலம் மின் உற்பத்திக்குபின் இயங்கச் செய்து மின் உற்பத்தி நடைபெறுகிறது. தமிழகத்தில் அணுமின் உற்பத்தி நிலையம் சென்னையை அடுத்த கல்பாக்கத்தில் உள்ளது. மற்றொரு அணுமின் உற்பத்தி நிலையம் கூடங்குளம் என்ற இடத்தில் தற்போது அமைக்கப்பட்டு வருகிறது.

3) உட்கரு பிணைப்பு

எளிய கனமற்ற பல உட்கருக்கள் ஒன்றோடு ஒன்று பிணைந்து சற்று கனமுற்ற உட்கருவை உருவாக்கும் செயலுக்கு உட்கரு பிணைப்பு (nuclear fusion) என்று பெயர்.

இவ்வகை வினைகளில் உருவாகும் சற்று கனமான பெரிய உட்கருவின் நிறை பிணைந்த சிறு உட்கருக்களின் மொத்த நிறையைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். இவ்வாறு ஏற்படும் “நிறை குறைவு” ஆற்றலாக வெளியிடப்படுகிறது. இவ்வகை உட்கரு பிணைப்பு வினைகள் மிகமிக அதிக

வெப்பநிலையில் (10^8K) மட்டுமே நிகழும். ஆகவே இவ்வகை வினைகளுக்கு "வெப்ப உட்கரு வினைகள்" என்று பெயர்.

$$_1H^2 + {}_1H^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + \text{ஆற்றல்}$$

டியூடிரியம் டிரிடியம் ஹீலியம்

இவ்வினையில் ஏற்படும் நிறை குறைவு 0.018 amu ஆகும். அதனால் உருவாகும் ஆற்றல் 1.79×10^9 கி ஜூல் மோல்$^{-1}$ஆகும்.

ஹைட்ரஜன் குண்டு

மிகுந்த நாசம் விளைவிக்கும் ஹைட்ரஜன் குண்டு அணுக்கரு பிணைப்பு வினைகளால் உருவாகிறது. ஹைட்ரஜன் உட்கருக்கள் பிணைந்து ஹீலியம் உட்கரு உருவாகும்போது மிகுந்த ஆற்றல் வெளிவருகிறது. ஹைட்ரஜன் குண்டுகளில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு வினை மையத்தில் நிகழ்கிறது. இம்மையத்தைச் சுற்றி $_1H^2$ மற்றும் $_3Li^6$ பங்குபெறும் உட்கரு பிளப்பு வினை நிகழ்ந்து உட்கரு பிணைப்பு வினைக்குத் தேவையான வெப்பநிலையை உருவாக்குகின்றன.

i) அணுக்கரு பிளப்பு வினை $\rightarrow$ வெப்பம் + நியூட்ரான்கள்

ii) $_3Li^6 + {}_0n^1 \rightarrow {}_1H^3 + {}_2He^4 + 4.78\ \text{MeV}$

$_1H^2 + {}_1H^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + 17.6\ \text{MeV}$

7.3 கதிரியக்க கார்பன் கால நிர்ணய முறை

வில்லார்டு மற்றும் லிப்பி என்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் தாவர மற்றும் மிருகங்களின் புதை படிமங்களின் (fossils) காலத்தை அப்பொருள்களில் எஞ்சியுள்ள கதிரியக்கக் கார்பனின் $_6C^{14}$ அளவுகளிலிருந்து கணக்கிடும் முறையை உருவாக்கினர். உயர்வளிமண்டலத்தில் காஸ்மிக் கதிர் வீச்சால் C^{14} உருவாகிறது.

$$_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow {}_6C^{14} + {}_1H^1$$

இவ்வாறு உருவாகும் C^{14} விரைவில் ஆக்ஸிஜன் ஏற்றம் அடைந்து C^{14} கொண்ட $^{14}CO_2$ வாயு உருவாகிறது. இவ்வாயு ஒளிசேர்க்கை நிகழ்வால் தாவரங்களில் நுழைகிறது. இத்தாவரங்களை உண்பதால் C^{14} மிருகங்களுடலிலும் சேருகிறது. இத்தாவரங்களும் மிருகங்களும் இறந்தபின் C^{14} ஏற்பு நிறுத்தப்பட்டு C^{14} சிதைவு தொடங்குகிறது.

$$_6C^{14} \rightarrow {}_7N^{14} + {}_{-1}e^0$$

கதிரியக்க கார்பனின் (C^{14}) அரை வாழ்காலம் $t_{½} = 5700$ ஆண்டுகளாகும்.

புதைபொருள் படிமத்தில் (fossils) எஞ்சியுள்ள C^{14} அளவைக் கண்டறிந்தோ அல்லது ஒரு கிராம் அளவுள்ள அப்பொருள்களிலிருந்து வெளியிடப்படும் β-துகள் போன்ற கதிர்வீச்சுகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டோ அவைகளின் காலத்தைக் கணக்கிடலாம்.

$$t = \frac{2.303 \times t_{½}}{0.693} \quad \log \frac{\text{[illegible]}\ C^{14}\ \text{[illegible]}}{\text{[illegible]}\ C^{14}\ \text{[illegible]}}$$

என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி புதைபொருள் படிமத்தின் காலத்தை கணக்கிடலாம். ம

பயன்கள்

1) கதிரியக்க கார்பன் கணக்கீடு முறை வரலாற்று அகழ்வு ஆராய்ச்சிகளில் பயன்படுகிறது.

2) நாகரிகங்களின் வளர்ச்சி, வீழ்ச்சி மற்றும் உயிரினங்களின் பரிணாம வளர்ச்சி ஆகியவற்றை ஆய்ந்தறியவும் பயன்படுகிறது.

7.4 சூரியனில் (விண் மீன்களில்) நிகழும் உட்கரு வினைகள்

சூரியனிலிருந்து நொடிக்கு 3.7×10^{33} எர்க் அளவு ஆற்றல் எல்லா திசைகளிலும் சம அளவில் வெளிவிடப்படுகிறது. இம்மீப்பெரும் ஆற்றல் சூரியனில் தொடர்ந்து, தொய்வின்றி நிகழும் ஹைட்ரஜன் உட்கருக்கள் பிணைந்து ஹீலியம் உட்கருவை உருவாக்கும் செயலால் ஏற்படுகிறது.

சூரியனில் நிகழும் பலவகை வினைகள்:

a) புரோட்டான் - புரோட்டான் சங்கிலி வினை

$${}_1H^1 + {}_1H^1 \xrightarrow{\text{உட்கருபிணைப்பு}} {}_1H^2 + {}_{+1}e^0 + \text{ஆற்றல்}$$

பாசிட்ரான்

$${}_1H^2 + {}_1H^1 \xrightarrow{\text{உட்கருபிணைப்பு}} {}_2He^3 + \text{ஆற்றல்}$$

$${}_2He^3 + {}_1H^1 \xrightarrow{\text{உட்கருபிணைப்பு}} {}_2He^4 + {}_{+1}e^0 + \text{ஆற்றல்}$$

மேற்காண் வினைகளின் தொகுப்பை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$4\ {}_1H^1 \xrightarrow{\text{உட்கருபிணைப்பு}} {}_2He^4 + 2\ {}_{+1}e^0 + \text{ஆற்றல்}$$

7.5 கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் பயன்கள்

a) வினைவழிமுறை அறிதல்

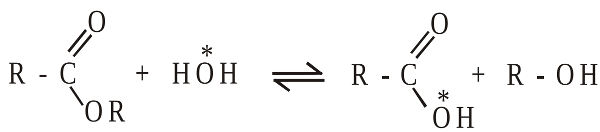
i) தாவர ஒளிச்சேர்க்கை வினை வழிமுறை

$C\overset{*}{O}_2$ வாயுவிலுள்ள ஓர் ஆக்ஸிஜனை கதிரியக்க ஆக்ஸிஜனாகக் கொண்டு ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்த்தப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை நடந்த பின் கிடைக்கும் குளுகோஸ் மற்றும் O_2 ஆகியவற்றை ஆராய்ந்தால் O_2 வாயுவில் கதிரியக்க ஆக்ஸிஜன் (O^{18}) இல்லை. ஆகவே ஒளிச்சேர்க்கையின் போது வெளியிடப்படும் O_2 வாயு முழுக்க முழுக்க நீர்மூலக்கூறுகளில் இருந்தே உருவாகின்றன.

$$6C\overset{*}{O}_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}\overset{*}{O}_6 + 6O_2$$

ii) எஸ்டர் நீரால் பகுப்பு வினை

எஸ்டர் நீரால் பகுக்கப்படுகிறது. O^{17} உள்ள நீர் இவ்வினைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது. வினைநிகழ்ந்து கிடைக்கும் அமிலம் மற்றும் ஆல்கஹாலை ஆராய்ந்தால் O^{17}அமிலத்தில் உள்ளது அறியப்பட்டது.



மருத்துவத் துறையில் பயன்படும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள்

	ஐசோடோப்	பயன்
$_1H^3$	டிரிடியம்	உடலிலுள்ள நீரின் அளவறிதல்
$_6C^{11}$	கார்பன் - 11	மூளை உள்ளாய்வு
$_6C^{14}$	கார்பன் - 14	கதிர்வீச்சு எதிர்ப்புத்தன்மை
$_{53}I^{131}$	ஐயோடின் - 131	சிதைந்த இதய தசையறிதல் மற்றும் உயர் தைராய்டு செயல்பாடு
$_{80}Hg^{197}$	பாதரசம் - 197	சிறுநீரக உள்ளாய்வு
$_{15}P^{32}$	பாஸ்பரஸ்-32	கண்புரை வளர்ச்சியறிதல்
$_{26}Fe^{59}$	இரும்பு- 59	இரத்த சோகை கண்டறிதல்
$_{27}Co^{60}$	கோபால்ட்- 60	புற்றுநோய் மருத்துவம்

$_{11}Na^{24}$ சோடியம்- 24 — ரத்தம் கட்டிப்போன இடமறிதல் ரத்த ஓட்ட தடையறிதல்

$_{79}Au^{198}$ தங்கம் - 198 — புற்றுநோய் மருத்துவம்

தொழிற்துறை மற்றம் விவசாயத் துறைகளில் பயன்படும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள்

$_{38}Sr^{90}$ ஸ்ட்ரான்சியம் - 90 — வண்ணப்பூச்சுகளின் பருமனறிதல் மற்றும் நீர்த்தொட்டிகளில் நீர்மட்டம் அறிதல்

பயிற்சி கணக்குகள்

1) U^{235} ஐசோடோப்பை $_0n^1$ கொண்டு தாக்கினால் பின்வரும் வினை நிகழ்கிறது.

$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{42}Mo^{95} + {}_{57}La^{139} + x\ {}_{-1}e^0 + y\ {}_0n^1$$

x மற்றும் y யின் மதிப்புகளைக் கண்டறிக.

[விடை : x = 7, y = 2]

2) U^{235} ஐசோடோப்பை $_0n^1$ கொண்டு தாக்கினால் பின்வரும் வினை நிகழ்கிறது.

$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{42}Mo^{98} + {}_{54}Xe^{136} + x\ {}_{-1}e^0 + y\ {}_0n^1$$

x மற்றும் y யின் மதிப்புகளைக் கண்டறிக.

[விடை : x = 4, y = 2]

தீர்வு கணக்குகள்

1. ஒரு கிராம் கதிரியக்க ஐசோடோப்பில் 24 மணி நேரத்திற்குப்பின் 0.125கி எஞ்சி நின்றது. அரை வாழ்காலத்தைக் கணக்கிடு.

தீர்வு

N_0 = 1 கி N = 0.125 கி, t = 24 மணி

$$\therefore \quad \lambda = \frac{2.303}{t}\log\frac{N_0}{N}$$

$$= \frac{2.303}{24}\log\frac{1}{0.125}$$

= 0.0866 மணி$^{-1}$

$$\therefore \quad t½ = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.0866} = 7.99 \text{ மணிகள்}$$

2. ஒரு கதிரியக்க ஐசோடோப்பின் அரை வாழ்காலம் ($t_{½}$) 100 நொடிகள். அதன் சிதைவு மாறிலி மற்றும் சராசரி ஆயுள் காலத்தைக் கணக்கிடு. 90% சிதைவுற தேவைப்படும் காலத்தையும் கணக்கிடு.

தீர்வு

$t_{½}$ = 100 நொடி

$$\therefore \quad \lambda = \frac{0.693}{t_{½}} = \frac{0.693}{100} = 0.00693 \text{ நொடி}^{-1}$$

சராசரி ஆயுள் $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.00693} = 144.3$ நொடிகள்

N_0 = 100; N = (100 - 90) = 10; λ = 0.00693 நொடி$^{-1}$

$$\therefore \quad t = \frac{2.303}{\lambda} \log \frac{N_0}{N}$$

$$= \frac{2.303}{0.00693} \log \frac{100}{10}$$

$$= \frac{2.303}{0.00693} \log 10 = 332.3 \text{ நொடிகள்}$$

3. C_0^{60} ஐசோடோப்பின் $t_{½}$ = 5.26 வருடம். நான்காண்டுகளுக்கு பிறகு எஞ்சி நிற்கும் கதிரியக்கத் தன்மையின் சதவீதத்தைக் கணக்கிடு.

$t_{½}$ = 5.26 வருடம்

$$\lambda = \frac{0.693}{5.26} \text{ வருடம்}^{-1}$$

t = 4 ஆண்டுகள் எனில்

கதிரியக்கத் தன்மையின் சதவீதம் $\frac{N}{N_0}$ ஆகும்.

$$\lambda = \frac{2.303}{t} \log \frac{N_0}{N}$$

$$\log\frac{N_0}{N} = \frac{\lambda \times t}{2.303}$$

$$= \frac{0.693}{5.26} \times \frac{4}{2.303}$$

$$= 0.2288$$

$\frac{N_0}{N}$ = 0.2288 -இன் எதிர் லாகிரிதம் (எதிர் மடக்கை)

$$= 1.693$$

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{1.693} = 0.59$$

கதிரியக்கத் தன்மையின் சதவீதம் $= 0.59 \times 100$

$= 59\%$

4. பழங்கால மர அழகுப் பொருள் ஒன்றும், புது மரத்துண்டு ஒன்றும் ஒரு நொடிக்கு ஒரு கிராம் அளவிற்கு 7.6 மற்றும் 15.2 கதிரியக்கத் துகள்களை முறையே வெளியிடுகின்றன. அப்பழங்கால மர அழகுப் பொருளின் வயதைக் கணக்கிடு.

அழகுப் பொருளின் வயது $\frac{2.303}{\lambda} \log\left[\frac{\text{புது மரத்துண்டு கதிர்வீச்சு}}{\text{பழைய மரப்பொருள் கதிர்வீச்சு}}\right]$

ஆனால் $t_{½} = \frac{0.693}{\lambda}$

$$\therefore \lambda = \frac{0.693}{t_{½}}$$

∘∘ அழகுப் பொருளின் வயது $\frac{2.303 \times t_{½}}{0.693} \log\left[\frac{\text{புது மரத்துண்டு கதிர்வீச்சு}}{\text{பழைய மரப்பொருள் கதிர்வீச்சு}}\right]$

$$= \frac{2.303 \times 5700}{0.693} \log\frac{15.2}{7.6}$$

$= 5700$ வருடங்கள்

5. ஒரு கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அரைவாழ்காலம் 1500 வருடங்கள். சிதைவு மாறிலியின் மதிப்பை நொடி அளவில் கணக்கிடுக.

$$\lambda = \frac{0.693}{t_{½}} = \frac{0.693}{1500 \text{ வருடங்கள்}}$$

$$= \frac{0.693}{1500 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60} \text{ நொடி}^{-1}$$

$$= \frac{0.693}{4730 \times 4 \times 10^{4}} \text{ நொடி}^{-1}$$

$$= 0.1465 \times 10^{-10} \text{ நொடி}^{-1}$$

6. $_{90}Th^{232}$ உட்கரு $_{82}pb^{208}$ உட்கருவாக மாறும்போது வெளியிடப்படும் α மற்றும் β துகள்களின் எண்ணிக்கை யாது?

$$_{90}Th^{232} \rightarrow {}_{82}pb^{208} + a\ {}_{2}He^{4} + b\ {}_{-1}e^{0}$$

நிறை எண்களை ஒப்பிட்டால்

$$232 = 208 + 4a + b \times 0$$
$$4a = 232 - 208$$
$$= 24$$
$$a = 6$$

அணு எண்களை ஒப்பிட்டால்

$$90 = 82 + 2 \times a + (-1)b$$
$$= 82 + 2a - b$$
$$2a-b = 90 - 82 = 8$$
$$2(6) - b = 8$$
$$b = 12-8 = 4$$

∴ வெளியிடப்படும் α துகள்கள் = 6

β துகள்கள் = 4

7. Li, He மற்றும் புரோட்டான் ஆகியவற்றின் நிறைகள் முறையே 7.01823 amu, 4.00387 amu மற்றும் 1.00715 amu ஆகும். 1 amu = 931 MeV எனில் பின்வரும் வினையில் வெளிப்படும் ஆற்றலைக் கணக்கிடு. $_{3}Li^{7} + {}_{1}H^{1} \rightarrow 2\ {}_{2}He^{4} + \Delta E$

தீர்வு

வினைபடு பொருள்களின் நிறை = Li நிறை + H நிறை

$= 7.01823 + 1.00715$

$= 8.02538$ amu

விளைபொருள்களின் நிறை = $2 \times$ He நிறை

$= 2 \times 4.00\ 387$

$= 8.00\ 774$ amu

நிறையில் ஏற்பட்ட குறைவு = (8.02538-8.00774) amu

$= 0.01764$ amu

$\therefore$ ஆற்றல் $\Delta E = 0.0176 \times 931$ MeV

$= 16.423$ MeV

8. $_{92}X^{238}$ உட்கருவிலிருந்து ஓர் ஆல்பா துகள் வெளியேற்றப்பட்ட பின் எஞ்சியுள்ள உட்கருவில் இருக்கும் நியூட்ரான்கள் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

$$_{92}X^{238} \rightarrow {}_{A}X^{m} + {}_{2}He^{4}$$

இருபுறமும் நிறை எண்களை ஒப்பிட்டால்

$238 = m + 4$

$m = 238 - 4 = 234$

இருபுறமும் அணு எண்களை ஒப்பிட்டால்

$92 = A + 2$

$A = 92-2 = 90$

X-இன் அணு எண் = 90

நிறை எண் = 234

நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை = 234-90 = 144 ஆகும்.

9. U^{238} உட்கருவின் அரைவாழ்காலம் 140 நாட்கள். இவ்வுட்கருவின் சராசரி வாழ்காலத்தைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \qquad (\therefore \text{ சராசரி வாழ்காலம், } \tau = \frac{1}{\lambda})$$

$= 0.693\ \tau$

$$\tau = \frac{t_{½}}{0.693}$$

$$= \frac{140}{0.693} \text{ நாட்கள்}$$

$= 202.02$ நாட்கள்

10. ஒரு கதிரியக்க ஐசோடோப்பின் கதிரியக்கத் தன்மை 90 நாட்களில் 12.5% மாகக் குறைந்தது. இதன் அரைவாழ்காலத்தை கணக்கிடுக.

தீர்வு

$N_0 = 100 \quad N = 12.5 \quad t = 90$ நாட்கள்

சிதைவு மாறிலி $\lambda = \frac{2.303}{t} \log \frac{N_0}{N}$

$$= \frac{2.303}{90} \log \frac{100}{12.5}$$

$= 0.02558 \log 8$

$= 2.311 \times 10^{-2}$ நாட்கள்$^{-1}$

$$t_{½} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{2.311 \times 10^{-2}} = 29.99 \text{ நாட்கள்}$$

11. ${}_{13}Al^{27} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{14}Si^{30} + {}_{1}H^{1} + Q$ என்ற உட்கருவினையின் Q மதிப்பைக் கண்டறிக. ${}_{13}Al^{27}$ 26.9815 amu, ${}_{14}Si^{30}$ 29.9738, ${}_{2}He^{4}$ 4.0026 amu மற்றும் ${}_{1}H^{1}$ 1.0078 amu ஆகும்.

$\Delta m = (29.9738 + 1.0078) - (26.9815 + 4.0026)$

$= -0.0025$ amu

$Q = 0.0025 \times 931$ MeV

$= 2.329$ MeV

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையைத் தேர்வு செய்க.

1. கதிரியக்கம் என்ற நிகழ்வைக் கண்டறிந்தவர்
   a) மேடம் க்யூரி b) பியரி க்யூரி
   c) ஹென்றிபெக்கோரல் d) ருத்தர்போர்டு

2. ஊடுருவும் ஆற்றல் அதிகம் கொண்ட கதிர்வீச்சு எது?
   a) α கதிர் b) β கதிர்
   c) γ கதிர் d) அனைத்தும் சம ஊடுருவும் தன்மை வாய்ந்தவை

3. ${}_{92}U^{238} \rightarrow {}_{82}Pb^{206}$ என்ற உட்கரு வினையில் வெளிவிடப்படும் α மற்றும் β துகள்களின் எண்ணிக்கை
   a) $7\alpha, 5\beta$ b) $6\alpha, 4\beta$ c) $4\alpha, 3\beta$ d) $8\alpha, 6\beta$

4. ${}_{13}Al^{27}$ உட்கருவைத் தாக்கி ${}_{15}p^{30}$ உட்கரு மற்றும் நியூட்ரானைத் தரும் தாக்கும் துகள்
   a) α துகள் b) டியூட்ரான் c) புரோட்டான் d) நியூட்ரான்

5. ${}_{5}B^{8} \rightarrow {}_{4}Be^{8}$ என்ற வினையில் வெளிவிடப்படும் துகள்
   a) α துகள் b) β துகள் c) எலக்ட்ரான் கவர்தல் d) பாசிட்ரான் துகள்

6. கதிர்வீச்சுக்கான காரணம்
   a) நிலைத்த எலக்ட்ரான் அமைப்பு
   b) நிலைத்த உட்கரு
   c) நிலைப்புத்தன்மையற்ற உட்கரு
   d) நிலைப்புத் தன்மையற்ற எலக்ட்ரான் அமைப்பு

7. ${}_{92}x^{232} \rightarrow {}_{89}y^{220}$ என்ற வினையில் வெளிவிடப்படும் α மற்றும் β துகள்களின் எண்ணிக்கை
   a) $3\alpha, 3\beta$ b) $5\alpha, 3\beta$ c) $3\alpha, 5\beta$ d) $5\alpha, 5\beta$

8. ${}_{92}U^{235}$ உட்கரு ஒரு நியூட்ரானை உறிஞ்சி ${}_{54}Xe^{139}$, ${}_{38}Sr^{94}$ மற்றும் x. விளைபொருள்களைத் தருகிறது. இதில் x என்பது
   a) 3 மூன்று நியூட்ரான்கள் b) 2 நியூட்ரான்கள் c) α துகள் d) β துகள்

9. β-துகள் இழப்பு __________ என்பதற்கு சமம்
   a) ஒரு புரோட்டான் அதிகரிப்பு b) ஒரு நியூட்ரான் இழப்பு
   c) a மற்றும் b d) இவற்றுள் ஏதுமில்லை

10. நியூட்ரான் உறிஞ்சியாக அணு உலைகளில் பயன்படும் பொருள்
a) நீர் b) டியூட்டீரியம் c) யுரேனிய சேர்மம் d) கேட்மியம்

B. ஓரிரு வாக்கியங்களில் விடையளிக்க.

11. கதிரியக்கத்தை வரையறு.
12. அரைவாழ்காலம் என்றால் என்ன?
13. வேதிவினைகள் மற்றும் உட்கரு வினைகளுக்கும் உள்ள இரு வேறுபாடுகளைத் தருக.
14. உட்கருவினைகளின் Q -மதிப்பு என்றால் என்ன?
15. உட்கரு வினைகளின் வகைகள் யாவை? ஒவ்வொரு வகைக்கும் ஒரு சான்று தருக.
16. ஹைட்ரஜன் குண்டு செய்வதிலுள்ள அறிவியல் கருத்தை விளக்குக.
17. கதிரியக்க கார்பன் கொண்டு காலநிர்ணயம் செய்தல் என்றால் என்ன?
18. கதிரியக்க கார்பன் கால நிர்ணய முறையின் இரு பயன்களை விவரி.
19. உட்கரு பிணைப்பாற்றல் என்றால் என்ன?
20. பின்வரும் உட்கருவினைகளை நிறைவு செய்க.
    i) ${}_{42}Mo^{96}$ (....., n) ${}_{43}Tc^{97}$
    ii) ....(α, 2n) ${}_{85}At^{211}$
    iii) ${}_{96}Cm^{246} + {}_{6}C^{12} \rightarrow$ .....$+4({}_{0}n^{1})$
    iv) ${}_{7}N^{15}$ (p, α) ....
    v) ${}_{11}Na^{23}$ (n, β) ....
    vi) ${}_{19}K^{39}$ (p, d) ....
    vii) ${}_{27}Co^{59}$ (d, p) ....
    viii) ${}_{13}Al^{27}$ (α, n) ....
    ix) ${}_{11}Na^{23}$ + ... $\rightarrow {}_{12}Mg^{23} + {}_{0}n^{1}$

C. 60 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்க.

21. கதிரியக்கம் என்றால் என்ன? இந்நிகழ்வு எவ்வாறு கண்டறியப்பட்டது?
22. உட்கரு பிளப்பு என்றால் என்ன? கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மற்றும் கட்டுப்படுத்தப்படாத உட்கரு பிளப்பு வினைகளை விளக்குக. உட்கரு வினைகளில் வெளிவிடப்படும் ஆற்றலை பயனுறு பணிகளுக்குப் பயன்படுத்தும் முறைகளை விவரி.

23. உட்கரு பிணைப்பு என்றால் என்ன? உட்கரு பிணைப்பு வினைகளுக்கும் பிளப்பு வினைகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?

24. வேதிவினைகளுக்கும் உட்கரு வினைகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?

25. தக்க சான்றுகளுடன் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் பயன்களை விவரி.

D. கணக்குகள்

26. ${}_{84}A^{218}$ என்ற உட்கரு நிலைப்புத் தன்மையுள்ள ${}_{82}B^{206}$ உட்கருவாக மாறும்போது வெளிவிடப்படும் α மற்றும் β துகள்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடு.

27. Ag^{108} உட்கருவின் அரைவாழ்காலம் 2.31 நிமிடங்கள். அதன் சிதைவு மாறிலி என்ன?

28. Th^{233} -யின் அரைவாழ்காலம் 1.4×10^{10} வருடங்கள். அதன் சிதைவு மாறிலியைக் கணக்கிடு.

29. பின்வரும் உட்கரு வினைகளை நிறைவு செய்க.

i) ${}_{18}Ar^{40} + \underline{\quad ? \quad} \rightarrow {}_{19}K^{40} + {}_{0}n^{1}$

ii) $\underline{\quad ? \quad} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{2}He^{4}$

iii) ${}_{88}Ra^{236} \rightarrow \underline{\quad ? \quad} + {}_{2}He^{4}$

iv) ${}_{92}U^{238} \rightarrow {}_{56}Ba^{143} + \underline{\quad ? \quad} + {}_{0}n^{1}$

30. ${}_{92}U^{238}$ உட்கரு α மற்றும் β துகள்களை வெளிவிட்டு இறுதியில் ${}_{82}pb^{206}$ என்ற நிலைத்த உட்கருவை அடைகிறது. வெளியிடப்பட்ட துகள்களின் எண்ணிக்கை யாது?

31. Th உட்கருவின் நிறை எண். 232 அணு எண். 90. ஆறு α துகள்களையும், நான்கு β துகள்களையும் வெளியிட்ட பின் கிடைக்கும் உட்கருவின் நிறை எண் மற்றும் அணு எண் யாவை?

32. ${}_{79}Au^{198}$ உட்கருவின் அரைவாழ்காலம் 150 நாட்கள் அதன் சராசரி வாழ்காலம் கண்டறிக!

33. பின்வருவனவற்றை நிறைவு செய்க.

i) ${}_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{8}O^{17} + \underline{\quad ? \quad}$.

ii) ${}_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{56}Ba^{137} + {}_{36}Kr^{93} + \underline{\quad ? \quad}$.

iii) $_{29}Cu^{53} \rightarrow \ _{28}Ni^{58} +$ ____?____ .

iv) $2\,_{1}H^{3} \rightarrow \ _{2}He^{4} +$ ____?____ .

34. பின்வரும் உட்கருவினைகளில் தாக்கும் துகள்களைக் கண்டறிக!

i) $_{13}Al^{27} + ? \rightarrow \ _{11}Na^{24} + \ _{2}He^{4}$

ii) $_{34}Se^{83} + ? \rightarrow \ _{34}Se^{84} + \gamma$ கதிர்

iii) $_{7}N^{14} + ? \rightarrow \ _{8}O^{17} + \ _{1}H^{1}$

35. $_{6}C^{14}$ உட்கருவின் சிதைவு மாறிலி 2.31×10^{-4} ஆண்டு$^{-1}$ எனில் அரைவாழ்காலத்தைக் கணக்கிடுக.

தொகுப்புரை

* உட்கரு வேதியியலின் ஆதார கருத்துக்கள் இப்பாடத்தில் விளக்கப்பட்டன.
* உட்கரு வினைகளுக்கும் வேதி வினைகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் தரப்பட்டுள்ளன.
* உட்கரு பிளப்பு, உட்கரு பிணைப்பு வினைகள் தெளிவாக்கப் பட்டுள்ளன.
* அணுமின் உற்பத்தி நிலையங்களின் செயல்பாடு பற்றிய கொள்கைகள். அங்கு நிகழும் உட்கரு வினைகள், கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் பயன்கள் அனைத்தும் நன்கு விளக்கப்பட்டுள்ளன.

மேற்கோள் நூல்கள்

1. Inorganic Chemistry by Puri and Sharma.
2. Inorganic Chemistry by P.L.Soni.

இயற்பியல் வேதியியல்

“நவீன வேதியியலை உள்ளடக்கிய நிறமாலையின் கணித முனையில் இயற்பியல் வேதியியல் அமைந்துள்ளது.”

கணக்கியல் தொடர்புகள்

மடக்கை மற்றும் ஏற்றிகள்

$\ln x + \ln y + \ldots = \ln xy \ldots$

$\ln x - \ln y = \ln (x/y)$

$a \ln x = \ln x^{a}$

வகைக்கெழு

$d\,(f + g) = df + dg$

$d\,(f\,g) = fdg + gdf$

$d(f / g) = 1/g\, df - f / g^{2}\, dg$

$dx^{n}/dx = nx^{n-1}$

$de^{ax} /dx = ae^{ax}$

$d \ln x /dx = 1/x$

தொகைகெழு

$\int x^{n}dx = x^{n+1}/ n+1$

$\int (1/x)\, dx = \ln x + \text{constant}$

8. திட நிலைமை - II

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *X-கதிர் கொண்டு படிக வடிவமைப்புப் பற்றி பகுப்பாய்வு செய்தல்.*
- *அயனிப் படிகங்களின் பண்புகள் மற்றும் வகைகளை அறிதல்.*
- *படிகங்களின் கடத்துத்திறன் மற்றும் அதிமின் கடத்துத்திறன் பற்றிய அடிப்படை கருத்துக்களை கற்றல்.*
- *படிக வடிவமற்ற திண்மங்களின் தன்மையைப் பற்றி அறிதல்.*

திடநிலைமைப் பற்றிய சுருக்கமான நினைவு கூர்தல்

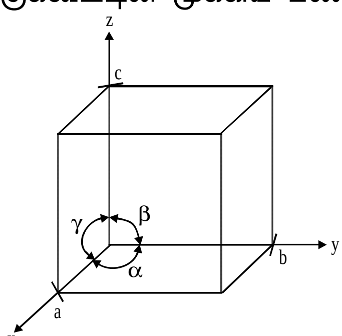
திடப்பொருள்கள் சுருக்க இயலாத்தன்மை, கட்டிறுக்கம் மற்றும் அழுத்தத்தினால் பருமனளவு குறையும் தன்மை இல்லாமை ஆகிய பண்புகளை பெற்றுள்ளன. திடப்பொருள்கள் பொதுவாக படிக திடப்பொருள்கள் மற்றும் படிக வடிவமற்ற திடப்பொருள்கள் என்று வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. படிக திடப்பொருள்களில் உள்ள அணுக்கள் / அயனிகள் சீராக மற்றும் ஒழுங்காக நீளத்தொலைவாக அமைந்துள்ள முறை நீண்ட எல்லை வரிசை எனப்படும். இவை தீர்க்கமான உருகுநிலையைப் பெற்றுள்ளன. கண்ணாடி, இரப்பர் போன்ற திடப்பொருள்கள் படிக திடப்பொருள்களைப் போன்று ஓரளவு சுருக்க இயலாத்தன்மை மற்றும் கட்டிறுக்கம் ஆகிய பண்புகளை பெற்றிருந்தாலும், அவை வரையறுக்கப்பட்ட வடிவமைப்பை பெற்றிருப்பதில்லை. மேலும் அவை வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் உருகுகின்றன. எனவே, படிக வடிவமற்ற திடப்பொருள்களை உண்மையான திடப்பொருள்களாக கருதாமல் அதிகுளிரவைக்கப்பட்ட நீர்மங்களாக கருத வேண்டும்.

படிகவியல் : படிகங்களின் உள்கட்டமைப்புப் பற்றி படித்தல். 1913-ஆம் ஆண்டு வில்லியம் மற்றும் லாரான்ஸ் பிராக் (தந்தை மற்றும் மகன்) ஆகியோர் X-கதிர் படிகவியலை மேம்படுத்துவதற்காக படிகத்தில் அணுக்கள் அமைந்துள்ள விதத்தை விளக்க குறுக்கீட்டு மற்றும் விளிம்பு விளைவிற்கு விதிகளை உருவாக்கினார். மேலும் அவர்கள் X-கதிர்கள் அலைத்தன்மைக்கான சோதனையை விளக்கினர். 1915 -ம் ஆண்டு வில்லியம் மற்றும் லாரன்ஸ் பிராக் ஆகியோர் X-கதிர் படிகவியல் ஆய்விற்காக இயற்பியலில் நோபல் பரிசை பெற்றனர்.

அலகுக்கூடு

அலகுக்கூடு என்பது படிக திடப்பொருளின் எளிமையான அடிப்படை அமைப்பாகும். இந்த அமைப்பிலிருந்தே படிகமானது முப்பரிமாணத்தில் அமைந்துள்ளது என அறியலாம்.

அலகுக்கூட்டின் முக்கிய பண்புகள்



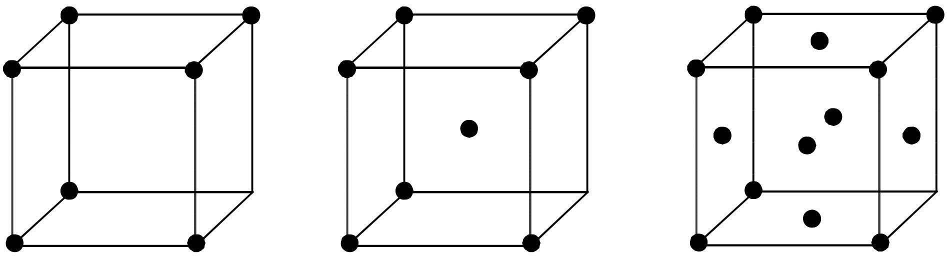
படிகவியல் அச்சுக்கள் : ox, oy, oz

முகப்புக் கோணங்கள் : α, β, γ

வெட்டுத்துண்டுகள் : a, b, c

கனசதுர அலகுக் கூட்டின் வகைகள்

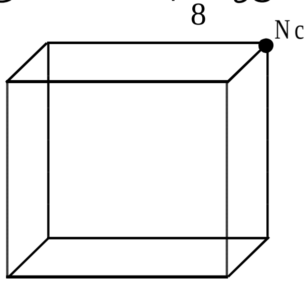
எளிய கனசதுரம் பொருள்மைய கனசதுரம் முகப்புமைய கனசதுரம்



கனசதுர அணிக்கோவை தளத்தின் அலகுக்கூட்டில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை

எளிய கன சதுரம்

எளிய கனசதுரத்தில் அணுக்கள் கனசதுரத்தின் மூலைகளில் மட்டுமே அமைந்துள்ளன. மூலையில் உள்ள ஒவ்வொரு அணுவும் சுற்றியுள்ள எட்டு கனசதுரங்களால் பகிர்ந்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அலகுக்கூட்டில் உள்ள ஒரு அணுவின் பகிர்வு $\frac{1}{8}$ ஆகும்.



எனவே ஓர் அலகுக் கூட்டில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{Nc}{8} = 8 \times \frac{1}{8} = 1$$

N_c என்பது மூலையில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை

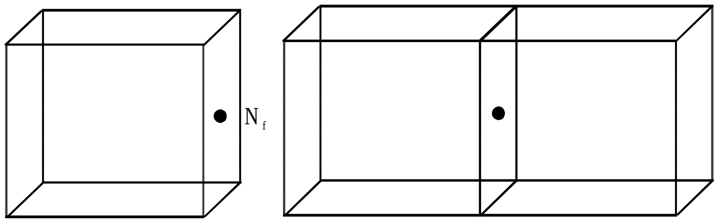
முகப்புமைய கனசதுரம்

முகப்பில் உள்ள ஓர் அணு, இரண்டு அலகுக்கூடுகளுக்கு பொதுவாக இருப்பதால், முகப்பு அணு $\frac{1}{2} \times N_f$ வை ஓர் அலகுக்கூட்டிற்கு பகிர்ந்துக் கொள்கிறது.

முகப்புமைய அமைப்பில் ஓர் அலகுக்கூட்டில் உள்ள

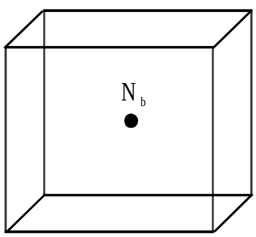
அணுக்களின் எண்ணிக்கை $= \frac{N_c}{8} + \frac{N_f}{2} = \frac{8}{8} + \frac{6}{2} = 1 + 3 = 4$

N_f = என்பது முகப்பில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை



பொருள்மைய கனசதுரம்

பொருள்மைய கனசதுர அமைப்பில், மையத்தில் உள்ள அணு ஒரேயொரு கனசதுரத்திற்கு மட்டும் பொதுவாக அமைந்துள்ளது. எனவே, ஓர் அலகுக்கூட்டில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை



$$= \frac{N_c}{8} + \frac{N_b}{1} = \frac{8}{8} + \frac{1}{1} = 1 + 1 = 2$$

N_b= மையத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை

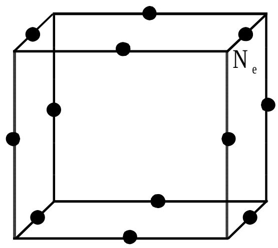
விளிம்புமைய அணு

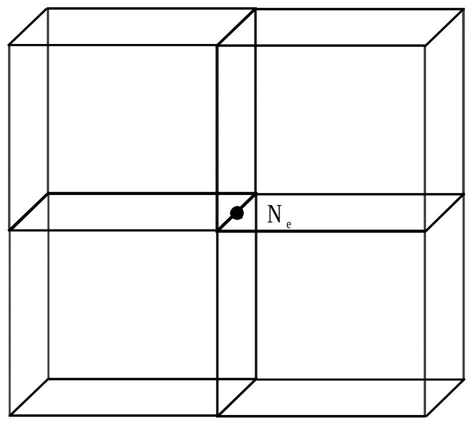
விளிம்பு மையத்தில் உள்ள ஓர் அணு நான்கு அலகுக்கூடுகளுக்கு பொதுவாக அமைந்துள்ளது. கனசதுர அமைப்பில் பன்னிரெண்டு விளிம்புகள் உள்ளன. எனவே, ஒவ்வொரு விளிம்புமைய அணுவும் $N_e/4$ அளவிற்கு பங்களிக்கிறது.

$$= \frac{N_c}{8} + \frac{N_e}{4}$$

$$= \frac{8}{8} + \frac{12}{4} = 1 + 3 = 4$$

N_e = விளிம்பு மையத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை





8.1 X-கதிர்களும், படிக அமைப்பும்

X-கதிர்கள் மிக குறைந்த அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்தக் கதிர்களாகும். X-கதிர்களின் அலைப்பண்பானது விளிம்பு விளைவு சோதனை மூலமாக நிரூபணம் செய்யப்பட்டது. ஏனெனில், விளிம்பு விளைவு சோதனைக்கு ஒரு செ.மீட்டரில் 40 மில்லியன் கோடுகள் கொண்ட கண்ணாடிப்பட்டை தேவைப்படுகிறது. இத்தகைய நுண்ணிய அமைப்பை தயாரிப்பது மிகவும் கடினமாகும். அதே சமயம், படிகவியல் வல்லுனர்கள் ஒரு படிகத்தில் உள்ள அணுக்கள் 10^{-8} செ.மீ தொலைவில் ஒழுங்காக அமைந்துள்ளன என்று நம்பினர். மேலும், X-கதிர்களின் அலைநீளமானது 10^{-8} செ.மீ. அளவைக் கொண்டுள்ளது. இக்கருத்துக்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு, லாவோ என்பவர் படிகங்களை X-கதிர்களின் முப்பரிமாண விளிம்பு விளைவிற்கு பயன்படுத்தலாம் என்று கூறினார். லாவோ அவரது சோதனை சிங்க் சல்பைடு படிகத்தைத் கொண்டு மேற்சொன்ன கூற்றினை நிரூபித்தார். சோதனையில் பெறப்பட்ட ஒளிப்படமானது லாவோ விளிம்பு விளைவு படம் எனப்பட்டது.

லாவோ சோதனையானது X-கதிர்களின் அலைப்பண்பையும், ஒரு படிகத்திலுள்ள அணுக்கள் அல்லது அயனிகள் ஒழுங்கான முப்பரிமாண அமைப்பில் அமைந்துள்ளன என்பதையும் நிரூபிக்கிறது. லாவோ விளிம்பு விளைவு சோதனை படிகங்களின் சீர்மை அமைப்புப் பற்றிய விளக்கங்களை கொடுத்தாலும், அந்த அமைப்பினை பகுப்பாய்வு செய்வது கடினமாகும்.

8.1.1 பிராக் சமன்பாடு

W.L.பிராக் மற்றும் W.H.பிராக் ஆகியோர் X-கதிர் விளிம்பு விளைவு சோதனை மூலமாக அணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவை நிர்ணயிக்க

கணிதவியல் தொடர்பு ஒன்றை உருவாக்கினர். படிகத்தில் X-கதிர்கள் சிதறல் அடைவது படிகத்தின் அடுத்தடுத்தடுத்த தளங்களில் உள்ள அணுக்களினால் அவை எதிரொளிப்பதாலேயாகும். X-கதிர் எதிரொளிப்பானது சாதாரண ஒளியின் எதிரொளிப்பைப்போல் அல்லாமல் X-கதிர்களின் அலைநீளம் மற்றும் படிகத்தில் உள்ள தளங்களுக்கு இடையேயான தொலைவு ஆகியவற்றினால் அளவிடக்கூடிய குறிப்பிட்ட கோணத்தில் நிகழ்கிறது. X-கதிர்களின் அலைநீளம், படிகத்தில் உள்ள தளங்களுக்கு இடையேயான தொலைவு மற்றம் எதிரொளிப்புக் கோணம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பை விளக்கும் எளியே சமன்பாடாது பிராக் சமன்பாடு எனப்படும்.

பிராக் சமன்பாடு $\boxed{n\lambda = 2d \sin\theta}$

அதாவது, n என்பது எதிரொளிப்பின் படி

λ என்பது X-கதிர்களின் அலைநீளம்

d என்பது படிகத்தில் உள்ள தளங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு

θ என்பது எதிரொளிப்புக் கோணம்

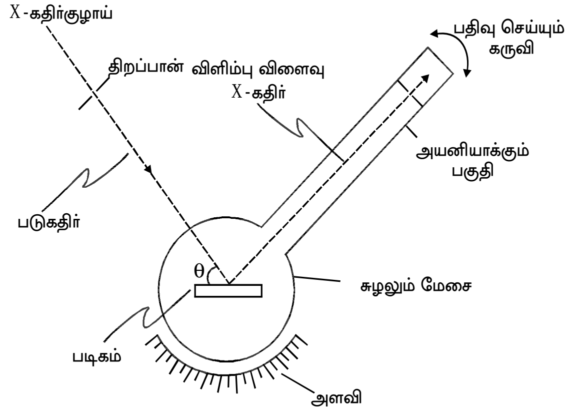
8.1.2 பிராக் சமன்பாட்டின் முக்கியத்துவம்

1) அலைநீளம் (λ) தெரிந்த X-கதிர்களை பயன்படுத்தி ஒரு படிகத்தின் அணுக்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவு (d) வை கணக்கிடலாம். மாறாக, ஒரு படிகத்தின் அணுக்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவை (d) பயன்படுத்தி X-கதிர்களின் அலைநீளத்தைக் (λ) கணக்கிடலாம்.
2) பிராக் சமன்பாடு விளிம்பு விளைவு நடைபெறுவதற்கு தேவையான காரணங்களைத் தருகிறது.
3) சோதனையை நிகழ்த்தும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் (θ) அதிகபட்ச எதிரொளிப்பு நடைபெறுகிறது. இந்த கோணம் அளவிடப்படுகிறது. இது முதல்படி ($n=1$) எதிரொளிப்பு ஆகும். இந்த கோணத்தை ('θ') உயர்த்தும்போது அதிகபட்ச எதிரொளிப்பு மற்றொரு உயர்ந்த கோணத்தில் நடைபெறுகிறது. இது இரண்டாம் படி எதிரொளிப்பு ($n=2$) ஆகும். இதேபோல், மூன்றாம், நான்காம் மற்றும் உயர்படி எதிரொளிப்புகள் குறிப்பிட்ட கோணங்களில் நடைபெறுகிறது. கிடைக்கும் கோணங்களின் மதிப்புகள் பிராக் சமன்பாட்டுடன் நன்கு பொருந்துகிறது. இவ்வாறு பிராக் சமன்பாடு சோதனை மூலம் சரிபார்க்கப்படுகிறது.

8.1.3 பிராக் நிறநிரல்மானி முறை

இது X-கதிர்கள் மூலம் படிகங்களைப் பற்றி அறியக்கூடிய முக்கியமான முறைகளில் ஒன்றாகும். இக்கருவி X-கதிர் குழாயிலிருந்து வெளிப்படும் X-

கதிர் கற்றையானது சுழலும் மேசையின் மீது உள்ள படிகத்தின் மீது விழுமாறு அமைந்து உள்ளது. சுழலும் மேசையில் உள்ள அளவி மற்றும் வெர்னியர் ஆகியவற்றின் (துணையோடு) படுகதிரின் கோணம் θ–வை அளவிடலாம்.



படம் 8.1 **X**-கதிர் நிறநிரல்மானி

படிக மேசையின் அச்சுடன் உள்ள குழாயுடன் அயனியாக்கும் பகுதி இணைந்துள்ளது. படிகத்தினால் எதிரொளிக்கப்பட்ட X-கதிர்கள் அயனியாக்கும் பகுதியில் சென்று அங்குள்ள வாயுவை அயனியாக்கம் செய்கின்றன. அயனியாக்கம் நிகழ்வதால் உண்டாக்கும் மின்னோட்டத்தை எலக்ட்ரோமீட்டர் அளவிடுகிறது. அயனியாக்கும் மின்னோட்டத்தின் அளவானது. படிகத்திலிருந்து எதிரொளிக்கப்பட்ட கற்றையின் அடர்த்தியின் அளவிற்கும் சமமாகும். வெவ்வேறு படுகதிர் கோணங்களுக்கு கிடைக்கும் அயனியாக்கும் மின்னோட்டத்தின் அளவுகள் எலக்ட்ரரோமீட்டரினால் அளவிடப்படுகின்றன. இம்மதிப்புகள் வரைபடத்தில் பதிவு செய்யப்படுகின்றன.

சோடியம் குளோரைடில் உள்ள (100) தளத்திற்கு அதிகபட்ச எதிரொளிப்பு அல்லது முகடானது θ = 5.9°, 11.85° மற்றம் 18.15°-ல் நிகழ்கிறது. இவற்றின் சைன் (sine) மதிப்புகள் 0.103, 0.205 மற்றும் 0.312 ஆகும். இவை 1:2:3 என்ற விகிதத்தில் உள்ளன. எனவே, இந்த முகடுகள் முதல், இரண்டாம் மற்றும் மூன்றாம் படி எதிரொளிப்புகள் ஆகும். இந்த விகிதமானது பிராக் சமன்பாட்டின் சரியானத்தன்மையை நிரூபிக்கிறது.

8.2 படிகங்களின் வகைகள்

படிகங்களின் அணிக்கோவை புள்ளியில் உள்ள அலகுகளின் தன்மையைப் பொருத்து படிகங்கள் பின்வரும் நான்கு பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1. மூலக்கூறு படிகங்கள்
2. சகப்பிணைப்பு படிகங்கள்
3. உலோகப் படிகங்கள்
4. அயனிப் படிகங்கள்

8.2.1 மூலக்கூறு படிகங்கள்

மூலக்கூறு படிகங்களில் உள்ள அணிக்கோவை புள்ளிகளில் மின்சுமையற்ற மூலக்கூறுகள் அமைந்துள்ளன. மூலக்கூறுகள் பிணைந்துள்ள விசைகள் இருவகைப்படும். அவை (i) இருமுனை-இருமுனை கவர்ச்சி விசை மற்றும் (ii) வாண்டர்வால்ஸ் விசைகள். இருமுனை-இருமுனை கவர்ச்சி விசை முனைவுற்ற மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ள படிகங்களில் காணப்படுகின்றன. சான்று: நீர் வாண்டர்வால்ஸ் விசைகள் பொதுவாக அனைத்து வகையான மூலக்கூறு படிகங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

8.2.2 சகப்பிணைப்பு படிகங்கள்

சகபிணைப்பு படிகங்களில் உள்ள அணுக்கள் தொடர்ச்சியான சகப் பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. வைரம் இதற்கு ஒரு சிறந்த சான்றாகும்.

8.2.3 உலோகப்படிகங்கள்

உலோகப் படிகங்களில் இயங்கும் எலக்ட்ரான்களின் கடலில் நேர்மின்சுமை அயனிகள் பொதிந்துள்ளன. எனவே, ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் அளவிலாத நேர்மின் அயனிகளையும், ஒவ்வொரு நேர்மின் அயனியும் அளவிலாத எலக்ட்ரான்களையும் கொண்டிருக்கும். உலோக அயனியை எலக்ட்ரான்களுடன் பிணைக்கும் விசையே உலோகப்பிணைப்பு எனப்படும். கவர்ச்சி விசையானது வலிமையாக இருப்பதால் உலோகங்களின் திண்ம அமைப்பு நெருங்கி அமைந்துள்ளது.

8.2.4 அயனிப் படிகங்கள்

அயனிப்படிகங்களின் அணிக்கோவை புள்ளிகளில் நேர்மின் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகள் அமைந்துள்ளன. குறிப்பிட்ட மின்சுமையைப் பெற்றுள்ள ஒவ்வொரு அயனியும் எதிரான மின் சுமையை பெற்றுள்ள மற்ற

அயனிகளுடன் கூலூம் கவர்ச்சி விசையினால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளளது. இந்த விசைகள் மிகவும் வலிமையானதாகும். அயனிப்படிகங்கள் கீழ்க்கண்ட சிறப்பு பண்புகளைப் பெற்றள்ளன.

1. அயனிப்படிகங்களின் ஆவியாதலின் வெப்பம் அதிகமாகும்.
2. சாதாரண வெப்பநிலையில் அயனிப்படிகங்களின் ஆவி அழுத்தங்கள் மிகவும் குறைவாகும்.
3. அயனிப் படிகங்களின் கொதிநிலை மற்றும் உருகுநிலை மிகவும் அதிகமாகும்.
4. அயனிப்படிகங்கள் மிகவும் கடினமாகவும், உடையும் தன்மையுடனும் உள்ளன.
5. அயனிப்படிகங்கள் திண்மநிலையில் மின்கடத்தாத் தன்மையுடையவை.
6. அயனிப்படிகங்கள் நீர் மற்றும் முனைவுள்ள கரைப்பான்களில் கரையும் தன்மையுடையவை.
7. நீரில் கரைந்துள்ளபோது அயனிப்படிகங்கள் மின்கடத்தும் தன்மையுடையவை.

8.2.5 அயனிப்படிகங்களின் வகைகள்

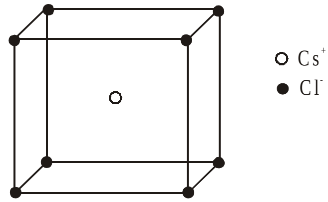
அயனிப்படிகங்களின் அமைப்பானது, எண்ணிக்கையின் விகிதங்கள், உருவளவின் விகிதங்கள் மற்றம் வடிவமைப்பு அலகுகள் ஆகியவற்றின் மூலம் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. பொதுவாக அயனிப்படிகங்கள் AB மற்றும் AB_2 என இருபிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

AB வகையை பெற்றுள்ள சேர்மங்கள் பொதுவாக கீழ்க்கண்ட ஆறு அமைப்பில் ஏதேனும் ஒன்றில் படிகமாகும் தன்மையன.

	AB	AB	AB	AB	AB	AB
அணிக்கோவை அமைப்பு:	CsCl	NaCl	FeS	ZnO	ZnS	BN
அணைவு எண் :	8	6	6	4	4	3

AB வகையைச் சார்ந்த CsCl படிகத்தின் அமைப்பைப் பார்ப்போம். இது பொருள்மைய கனசதுர வகைகையச் சார்ந்ததாகும். குளோரைடு அயனிகள் கனசதுரத்தின் மூலைகளில் அமைந்திருக்கும்போது Cs^+ அயனி கனசதுரத்தின் மையத்தில் அமைந்திருக்கும் அல்லது Cs^+ அயனிகள் கனசதுரத்தின் மூலைகளில் அமைந்திருக்கும்போது குளோரைடு அயனி அதன் மையத்தில் அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு Cs^+ அயனியும் எட்டு Cl^- அயனிகளுடன்

இணைந்துள்ளது. மற்றும் ஒவ்வொரு Cl^- அயனியும் எட்டு Cs^+ அயனிகளுடன் இணைந்துள்ளது.



ஓர் அலகுக்கூட்டில் உள்ள குளோரைடு அயனிகளின் எண்ணிக்கை

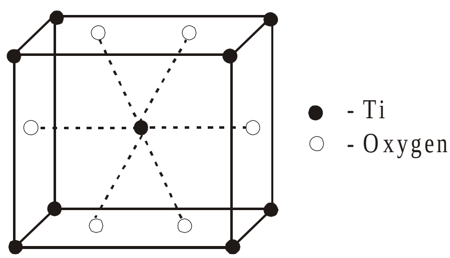
$$= \frac{N_c}{8} = \frac{8}{8} = 1$$

ஓர் அலகுக்கூட்டில் உள்ள சீசியம் அயனிகளின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{N_b}{1} = \frac{1}{1} = 1$$

எனவே, ஓர் அலகுக்கூட்டில் உள்ள CsCl அலகுகளின் எண்ணிக்கை ஒன்று ஆகும்.

AB_2 வகையைச் சார்ந்த சேர்மங்கள் கீழ்க்கண்ட படிக அமைப்பின் ஏதாவது ஓர் அமைப்பில் படிகமாகும். அவை CO_2, SiO_2, TiO_2, CaF_2, Cu_2O, FeS_2, CdI_2 மற்றும் MoS_2 ஆகும். சான்றாக, ருடைல், TiO_2 கீழ்க்கண்ட அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது.



8.3 திண்மங்களில் உள்ள அணுக்கட்டுமானத்தின் குறைபாடுகள்

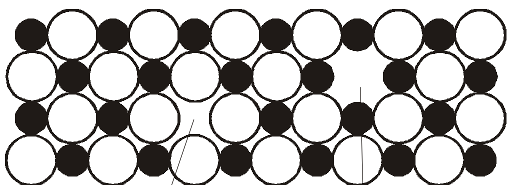
நடைமுறையில் உள்ள பெரும்பான்மையான படிகங்கள் வெவ்வேறு வகையான குறைபாடுகளை பெற்றுள்ளன. ஒழுங்கான படிகம் என்பது ஒரே அலகுக்கூட்டையும் படிகம் முழுவதும் ஒரே அணுக்கோவை தளத்தையும் பெற்றிருக்கும். ஒழுங்கான அமைப்பிலிருந்து விலக்கம் அடைந்துள்ள படிகத்தின் அமைப்பை விளக்குவதற்கு அணுக்கட்டுமானத்தின் குறைபாடுகள் பயன்படுகின்றன.

8.3.1 புள்ளி குறைபாடுகள்

இடப்பெயர்ச்சியான அணுக்கள் அல்லது அதிக எண்ணிக்கையிலான அணுக்கள் அல்லது நிரப்பப்படாத அணுக்கள் ஆகியவற்றினால் ஏற்படும் குறைபாடுகள் புள்ளி குறைபாடுகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய குறைபாடுகள் படிகமாதலின் போது நிகழும் தவறான கட்டமைப்பினாலோ அல்லது உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் அணுக்களில் நிகழும் வெப்ப அதிர்வினாலோ ஏற்படுகிறது. இத்தகைய மிகவும் பொதுவான குறைபாடுகள் ஷாட்கி குறைபாடு மற்றும் ப்ரெங்கல் குறைபாடு ஆகும். மற்ற புள்ளி குறைபாடுகள் உலோகம் அதிகமுள்ள குறைபாடு மற்றும் உலோகம் குறைந்துள்ள குறைபாடு ஆகும்.

ஷாட்கி குறைபாடு

படிக அணிக்கோவைப்புள்ளிகள் சில நிரப்பப்படாமல் இருந்தால் இத்தகைய குறைபாடு ஏற்படுகிறது. நிரப்பப்படாத புள்ளிகள் அணிக்கோவை வெற்றிடங்கள் எனப்படுகின்றன. நிரப்பப்படாத நேர்மின் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகளின் எண்ணிக்கை சமமாக இருப்பதால் படிகம் நடுநிலைத்தன்மையுடன் இருக்கும். படம் 8.2ல் நிரப்பப்படாத இரண்டு புள்ளிகளில் ஒன்று Na^+ அயனியும் மற்றொன்று Cl^- அயனியும் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 8.2 படிகத்தில் உள்ள ஷாட்கி குறைபாடு

பொதுவாக ஒரு படிகத்தில் உள்ள நேர்மின் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகளின் உருவளவில் வேறுபாடு அதிகம் இல்லாதபோது ஷாட்கி குறைபாடு ஏற்படுகிறது.

ப்ரெங்கல் குறைபாடு

அணிக்கோவை புள்ளிகளின் இடைவெளியில் ஓர் அயனி நிரப்பப்படும்போது இத்தகைய குறைபாடு ஏற்படுகிறது. இந்தவகை

குறைபாடு பொதுவாக அயனிப்படிகங்களில் உள்ள எதிர்மின் அயனியின் உருவளவு நேர்மின் அயனியைவிட பெரியதாக இருக்கும்போது ஏற்படுகிறது. இக்குறைபாடுக்கு சான்றாக AgBr எடுத்துக்கொள்ளலாம். Ag^+ அயனியில் ஒன்று அதனுடைய அணிக்கோவை புள்ளியில் அமையாமல் புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்ட இடைவெளியில் அமைந்துள்ளது. இதனை படம் 8.3-ல் காணலாம்.

Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+
Br^-	Ag^+	Br^- Ag^+	Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-
Ag^+	Br^-		Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+
Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-	Ag^+	Br^-

படம் 8.3 ஒரு படிகத்தில் உள்ள ப்ரெங்கல் குறைபாடு

நேர்மின் அயனிகளின் எண்ணிக்கையானது எதிர்மின் அயனிகளின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருப்பதால் படிகமானது நடுநிலையைப் பெற்றிருக்கும்.

உலோகம் அதிகமுள்ள குறைபாடு

NaCl படிகத்தை சோடியம் ஆவியில் வெப்பப்படுத்தும்போது மஞ்சள் நிறமாக மாறுகிறது. இந்த மஞ்சள் நிறத்திற்கு காரணம் சமன்பாடு அடிப்படையில்லாத NaCl சேர்மம் உருவாவதேயாகும். இச்சேர்மத்தில் சோடியம் அயனிகளின் எண்ணிக்கை சற்று அதிகமாக இருக்கும். இதுவே உலோகம் அதிகமுள்ள குறைபாடு எனப்படும்.

உலோகம் குறையும் குறைபாடு

இவ்வகை குறைபாட்டில் அணிக்கோவை புள்ளியில் உள்ள ஒரு நேர்மின் அயனி இல்லாமல் போய்விடுகிறது. இதனால் உருவாகும் எதிர்மின் தன்மையை சமன் செய்வதற்காக மற்றொரு இரு நேர்மின்தன்மை கொண்ட அயனி அணிக்கோவை தளத்தில் உள்ளது. இதுவே உலோகம் குறையும் குறைபாடு எனப்படும். இத்தகைய குறைபாடு பொதுவாக ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இணைதிறன் கொண்ட இடைநிலை தனிமங்களில் ஏற்படுகிறது. FeO மற்றும் FeS ஆகியவை இந்த குறைபாடுக்கு சான்றுகளாகும்.

8.4 படிகதிடப்பொருள்களின் பண்புகள்

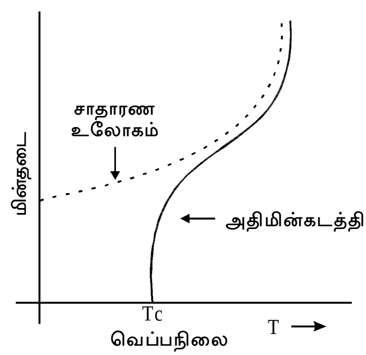
படிக திடப்பொருள்களின் முக்கிய பண்பு அவற்றின் கடத்துத்திறன் ஆகும். ஒரு பொருளின் கடத்துத்திறன் என்பது அது தன் வழியே

மின்னோட்டத்தை பாய அனுமதிக்கும் செயலாகும். கடத்துதிறன் கொண்ட பொருள்கள் பொதுவாக கடத்திகள், குறைகடத்திகள் மற்றும் கடத்தாப்பொருள்கள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

பொதுவாக உலோகங்கள் சிறந்த மின்கடத்தும் பொருள்களாக செயல்படுகின்றன. சிலிக்கான் மற்றும் ஜெர்மானியம் போன்ற தனிமங்கள் சாதாரண வெப்பநிலையில் மின்கடத்தாப் பொருள்களாக உள்ளன. ஆனால் அவற்றுடன் ஆர்சனிக் மற்றும் போரான் போன்ற மாசுக்களை சேர்க்கும்போது ஓரளவு கடத்தும் திறனை பெறுகின்றன. எனவே, அவை குறைகடத்திகள் எனப்படுகின்றன. அதிகமாக உள்ள எலக்ட்ரான்களால் கடத்துத்திறனை பெறும் குறைகடத்திகள் n-வகை குறைகடத்திகள் என்றும், அதிகமாக நேர்குறி துளைகள் இருப்பதால் கடத்தும்திறனை பெறும் குறைகடத்திகள் p-வகை குறைகடத்திகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. குறைகடத்திகள் டிரான்சிஸ்டர், எனப்படும் மாற்றிகள் சூரிய மின்கலம் போன்ற நவீன மின்னணு பொருள்களில் பயன்படுகின்றன.

8.4.1 அதிமின் கடத்திகள்

அதி குளிரவைக்கப்பட்ட சில சேர்மங்கள் எத்தகைய மின்தடையுமின்றி மின்சாரத்தை கடத்தும் செயல்முறை அதிமின்கடத்துத்திறன் (superconductivity) எனப்படும். அதிமின்கடத்துத்திறன் நிலையில் உள்ள ஒரு பொருளானது பூஜ்ஜிய மின்தடையை பெற்றுள்ளது. இப்பண்பை பெற்றுள்ள சேர்மங்கள் அதிமின்கடத்திகள் எனப்படுகின்றன.



ஒரு பொருளின் அதிமின்கடத்து நிலைமாறு வெப்பநிலை (Tc) என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு பொருளின் மின்தடையானது திடீரென பூச்சியத்தை அடைவதாகும். அந்த வெப்பநிலையில் பொருளானது சாதாரண நிலையில் இருந்து அதிமின்கடத்தியாக மாறிவிடுகிறது.

மிகக்குறைந்த வெப்பநிலையில் சில அணுக்களின் உட்கரு அதிர்வானது மிகவும் குறைந்து மின்னோட்டம் பாய்வதில் உள்ள எலக்ட்ரான் அலைகளுடன் சமமாகிறது. இந்நிகழ்ச்சி நடைபெறும்போது மின்னோட்டத்திற்கான மின்தடை மறைந்துவிடுகிறது.

8.4.2 அதிமின் கடத்திகளின் பயன்கள்

1) இவை புதிய தலைமுறை ஆற்றல் சேமிப்பு திறன் அமைப்புகளின் அடிப்படையாகும். அதிமின் கடத்தி ஜெனரேட்டர்கள் சாதாரண ஜெனரேட்டர்களைவிட குறைந்த எடையையும், சிறிய உருவளவையும் பெற்றுள்ளன. மேலும் இவை குறைந்த ஆற்றலை பயன்படுத்துவதால் அதிக ஆற்றலை சேமிக்கலாம்.
2) அதிக திறன் கொண்ட தாது பிரித்தெடுக்கும் இயந்திரங்களில் அதிமின்கடத்தி காந்தங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
3) அதிமின்கடத்தி செலினாய்டுகள் முழு உடலை ஆய்வு செய்யும் உபகரணமாக அணுக்கரு காந்த ஒத்திசைவு பட உபகரணத்தில் பயன்படுகிறது.

8.5 படிக உருவமற்ற திண்மங்கள்

படிக உருவமற்ற திண்மங்கள் அழுத்தத்தினால் சுருக்க இயலாத்தன்மை மற்றும் கட்டிறுக்கம் போன்ற பண்புகளை பெற்றிருந்தாலும், அவை வரையறுக்கப்பட்ட வடிவமைப்பை பெற்றிருப்பதில்லை.

8.5.1 கண்ணாடிகள்

சில நீர்மங்களை விரைவாக குளிர்விக்கும்போது குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் படிகங்களை உருவாக்குவதில்லை. ஆனால் மெதுவாக குளிரவைக்கும்போது அவற்றின் பாகியல் தன்மை சீராக அதிகரித்து இறுதியில் கண்ணாடிச் சேர்மம் உருவாகிறது.

கண்ணாடியின் முக்கிய பண்புகள்: கடினத்தன்மை, கட்டிறுக்கம் மற்றும் விசையை செலுத்தும்போது தாங்கும் தன்மை போன்ற திட நிலைமையின் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் மாறாக இவை ஒளி திசையொப்பு பண்புடையவை. அதாவது வெப்பப்படுத்தும்போது தீர்க்கமான மாற்றம் ஏதுமின்றி நீர்மமாகிறது. உயர்வெப்பநிலையில் கண்ணாடிகள் அதிகுளிரவைக்கப்பட்ட நீர்மத்தைப்போன்று நிலைமை மாறி படிகங்களாக பிரிகின்றன. எனவே கண்ணாடியானது படிக உருவமற்ற திடப்பொருள்கள் அல்லது அதிகுளிரவைக்கப்பட்ட நீர்மங்கள் எனப்படுகின்றன. எனவே,

கண்ணாடி அல்லது விட்ரியஸ் நிலைமை (Vitreous state) என்பது திட மற்றும் நீர்ம நிலைமைகளுக்கு இடையில் உள்ள நிலைமை எனப்படுகிறது. சில சேர்மங்கள் இந்நிலைமையில் உள்ளன.

தீர்வு கணக்குகள்

1) ஒரு படிக NaCl-ல் எத்தனை அலகுகள் உள்ளன என்பதை கணக்கிடு. NaCl ஆனது fcc அமைப்புடையது.

தீர்வு

fcc அமைப்பில் உள்ள அயனிகள் பின்வருமாறு

மூலைகளில் உள்ள Cl^- அயனிகள் $= 8\times\frac{1}{8} = Cl^-$ அயனி

முகப்பில் உள்ள Cl^- அயனிகள் $= 6\times\frac{1}{2} = 3Cl^-$ அயனிகள்

விளிம்பு மையத்தில் Na^+ அயனிகள் $= 12\times\frac{1}{4} = 3Na^+$ அயனிகள்

மையத்தில் உள்ள Na^+ அயனி $= 1\times1 = 1Na^+$ அயனி

மொத்தம் 4 Cl^- மற்றும் $4Na^+$ அயனிகள்

எனவே, ஓர் அலகுக்கூட்டில் நான்கு NaCl அலகுகள் உள்ளன.

2) Ba படிகத்தை 2.29A° அலைநீளம் கொண்ட X கதிர் மூலம் விளிம்பு விளைவிற்கு உட்படுத்தும்போது முதல்படி எதிரொளிப்பு 27°8′ -ல் நடைபெறுகிறது. படிகத்தின் தளங்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவு யாது?

பிராக் சமன்பாடு $n\lambda = 2d\sin\theta$

$n = 1, \quad \lambda = 2.29\ A° \quad d = ? \quad \theta = 27°8'$

பதிலீடு செய்தால், $1\times 2.29A° = 2d\sin 27°8'$

$2.29A° = 2d\,(0.456)$

$$d = \frac{2.29A°}{2\times0.456} = 2.51\ A°$$

3) ஒரு fcc அமைப்பில் மூலையில் உள்ள அணுக்கள் A வகை மற்றும் முகப்பு மையத்தில் உள்ளவை B வகையாகும். சேர்மத்தின் எளிய வாய்பாட்டை எழுதுக.

தீர்வு

அலகுக்கூட்டில் உள்ள A வகை அணுக்களின் எண்ணிக்கை $= 8\times\frac{1}{8}=1$

அலகுக்கூட்டில் உள்ள B வகை அணுக்களின் எண்ணிக்கை $=6\times\frac{1}{2}=3$

எனவே, வாய்ப்பாடு AB_3 ஆகும்.

4) ஒரு fcc அமைப்பில், A வகை அணுக்கள் மூலையிலும், B வகை அணுக்கள் முகப்பு மையத்திலும் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு அலகுக்கூட்டிலும், மூலையில் உள்ள ஒரு A அணு நிரப்பப்படாமல் உள்ளபோது சேர்மத்தின் எளிய வாய்பாட்டை எழுதுக.

தீர்வு

அலகுக்கூட்டில் உள்ள A வகை அணுக்களின் எண்ணிக்கை $= 7\times\frac{1}{8}=\frac{7}{8}$

அலகுக்கூட்டில் உள்ள B வகை அணுக்களின் எண்ணிக்கை $= 6\times\frac{1}{2}=3$

எனவே, வாய்பாடு $A_{7/8}\,B_3$ அல்லது $A_7\,B_{24}$

பயிற்சி கணக்குகள்

1. ஒரு படிகத்தை 2.31A° அலைநீளமுள்ள X-கதிரின் விளிம்பு விளைவிற்கு உட்படுத்தும்போது 28°.9′-ல் முதல்படி எதிரொளிப்பு நிகழ்கிறது எனில் தளங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவை கணக்கிடு.

[**Ans** : 2.447 A°]

2. விளிம்பு விளைவுக்கோணம் 2θ–வாக உள்ளபோது 14.8° ஆகும். 0.400 nm தளங்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவை கொண்டுள்ள இப்படிகத்தில் இரண்டாம் படி எதிரொளிப்பு நிகழும்போது X-கதிரின் அலைநீளத்தை கணக்கிடு.

[**Ans** : 0.0515 nm]

3. காப்பர் X-கதிர் குழாயில் ($\lambda = 1.542$ A°) முதல் படி எதிரொளிப்பு கோணம் 23.2° ஆக உள்ளபோது தளங்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவை கண்டிடு.

[**Ans** : 1.9573 A°]

4. 1.5A° அலைநீளம் கொண்ட X-கதிர் 1.6A° தளங்களுக்கிடை தொலைவை கொண்ட படிகத்தில் படுகிறது எனில் முதல்படி மற்றும் இரண்டாம்படி எதிரொளிப்பிற்கான கோணங்களைக் கணக்கிடு.

[**Ans** : 27°57′; 69°38′]

5. 1.54A° அலைநீளம் கொண்ட X-கதிரானது 4.04A° தளங்களுக்கிடை தொலைவை உடைய படிகத்தில் படும்போது முதல்படி மற்றும் இரண்டாம்படி எதிரொளிப்பிற்கான கோணங்களைக் கணக்கிடு.

[**Ans** : 10°59′ ; 22°24′]

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுக்கவும்

1. NaCl படிகத்தில் Na^+ அயனியை சூழ்ந்துள்ள Cl^- அயனிகளின் எண்ணிக்கை

(a) 12 (b) 8 (c) 6 (d) 4

2. பிராக் சமன்பாடு

(a) $\lambda = 2d\sin\theta$ (b) $nd = 2\lambda\sin\theta$ (c) $2\lambda = nd\sin\theta$ (d) $n\lambda = 2d\sin\theta$

3. ஒழுங்கான முப்பரிமாண அமைப்பை உடைய புள்ளிகளைக் கொண்டது

(a) அலகுக் கூடு (b) அணிக்கோவை தளம்
(c) வெட்டுத்துண்டு (d) படிகவியல்

4. ஒரு படிகத்தில் உள்ள மீண்டும் மீண்டும் அமையக்கூடிய மிகச்சிறிய அலகு

(a) அணிக்கோவை புள்ளி (b) படிக அணிக்கோவை
(c) அலகுக்கூடு (d) ஐசோமார்பிசம்

5. CsCl படிகத்தின் அமைப்பு

(a) SC (b) fcc (c) நான்முகி (d) bcc

6. ப்ரங்கெல் குறைபாட்டிற்கு சான்று

(a) NaCl (b) AgCl (c) CsCl (d) FeS

7. அதிகமாக உள்ள எலக்ட்ரான்களால் கடத்துதிறனை பெற்றுள்ள குறைகடத்திகள்

(a) அதிமின்கடத்திகள் (b) n-வகை குறைகடத்திகள்
(c) p-வகை குறைகடத்திகள் (d) மின்கடத்தாப் பொருள்கள்

8. பிராக்சமன்பாட்டில், 'n' என்பது

(a) மோல்களின் எண்ணிக்கை (b) அவகாட்ரோ எண்
(c) குவாண்டம் எண் (d) எதிரொளிப்பின் படி

9. பொருள்மைய கனச்சதுர அமைப்பின் அணைவு எண்

(a) 6 (b) 4 (c) 12 (d) 8

10. சிறந்த வெப்ப மற்றும் மின் கடத்துதிறன்கொண்ட படிகங்கள்

(a) அயனிப்படிகங்கள் (b) மூலக்கூறு படிகங்கள்
(c) உலோக படிகங்கள் (d) சகபிணைப்பு படிகங்கள்

11. எளிய கனசதுர அமைப்பில் மூலையில் உள்ள அணுவானது பங்கீடப்பட்டுள்ள அலகுக்கூடுகளின் எண்ணிக்கை

(a) 1 (b) 2 (c) 8 (d) 4

12. அதிகுளிரவிக்கப்பட்ட நிலையில் சில சேர்மங்கள் தடையேதுமின்றி மின்கடத்தும் தன்மை

(a) குறைகடத்தி (b) கடத்தி
(c) அதிமின்கடத்தி (d) மின்கடத்தாப் பொருள்

13. bcc படிகத்தில் ஓர் அலகுக் கூட்டிலுள்ள மொத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கை

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

14. ரூட்டைல் என்பது

(a) TiO_2 (b) Cu_2O (c) MoS_2 (d) Ru

15. குறைகடத்திகளின் பயன்கள்

(a) குறைகளைவான் (b) மாற்றிகள்
(c) சூரிய மின்கலம் (d) இவை அனைத்தும்

16. குறை உலோகக் குறைபாட்டிற்கான சான்று

(a) NaCl (b) AgCl (c) CsCl (d) FeS

B. ஓரிரு வரிகளில் விடையளி

17. அணிக்கோவை தளம் மற்றும் அலக்கூடு வரையறு.
18. பிராக்விதியைக் கூறு.
19. அதிமின் கடத்திகள் என்றால் என்ன?
20. (a) sc (b) fcc (c) bcc அமைப்புகளின் படம் வரைக.
21. படிகங்கள் எவ்வாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன?
22. மூலக்கூறு மற்றும் அயனிப்படிகங்களுக்கு சான்று தருக.
23. விட்ரியஸ் நிலைமை என்றால் என்ன?
24. AB மற்றும் AB_2 வகை அயனிப்படிகங்களுக்கு சான்று தருக.
25. திடப்பொருள்களில் உள்ள குறைபாடுகள் யாவை?
26. அணைவு எண் என்றால் என்ன?
27. fcc அமைப்பில் அலகுக் கூட்டில் அணுக்கள் அமைந்துள்ள விதம் பற்றி குறிப்பு வரைக.
28. உலோக படிகங்கள் பற்றி குறிப்பு வரைக.
29. கண்ணாடி எவ்வாறு உருவாகிறது?

C. விரிவாக விடையளி

30. பிராக் சமன்பா டு என்றால் என்ன? அதன் முக்கியத்துவத்தை விளக்கு.
31. அயனிப்படிகங்களின் பண்புகளைத் தருக.
32. ஷாட்கி மற்றும் ப்ரெங்கல் குறைபாடுகளை விவரி.
33. அதிமின் கடத்தும் திறன் என்றால் என்ன? அதன் பயன்கள் யாவை?
34. தக்க சான்றுடன் AB மற்றும் AB_2 வகை அயனிபடிகங்களை விளக்குக.
35. படிகத்தின் அமைப்பைக் கண்டறிய பிராக் சமன்பாடு எவ்வாறு பயன்படுகிறது?
36. பிராக்கின் நிற நிரல்மானி முறையை விளக்குக.
37. கண்ணாடியின் தன்மையை விளக்குக.

தொகுப்புரை

X-கதிர் மூலம்படிகங்களை ஆய்வு செய்யும் முறை விளக்கப்பட்டது. AB மற்றும் AB_2 வகை படிகங்கள் தக்க சான்றுகளுடன் விளக்கப்பட்டன. திடப்பொருள்களில் உள்ள குறைபாடுகளின் எளிமையான விளக்கம், அயனிப் படிகங்களின் பண்புகள் மற்றும் கண்ணாடியின் தன்மை மற்றும் பண்புகள் விளக்கப்பட்டன. பிராக் சமன்பாடு மற்றும் அதன் முக்கியத்துவம் விவாதிக்கப்பட்டன.

மேற்கோள் நூல்கள்

1) C-Kittel, Introduction to solid state physics,Third edition, John Wiley,1966.

2) A Text book of Physical chemistry, A.S.Negi, S.C.Anand, Fifth Edition,1997.

3) Problems in Physical chemistry, K.K.Sharma, Second Edition, 1997.

4) Physical Chemistry, Peter Atkins Julio de Paula, 7th Edition 2003, Oxford Press.

9. வெப்ப இயக்கவியல் - II

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *வெப்ப இயக்கவியலின் முதல்விதியை நினைவு கூர்தல் மற்றும் அதன் வரம்புகளை அறிந்திருத்தல்.*
- *வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியையும் அதன் கணித முறை அறிவிப்பையும் கற்றறிதல்.*
- *தன்னிச்சையான மற்றும் தன்னிச்சையற்ற செயல்முறைகளுக்கு இடையே உள்ள வேறுபாடுகளை சான்றுகளுடன் கற்றல். என்ட்ரோபி என்பதன் கணிதக் குறியீடுகளை அறிந்து கொள்ளுதல்.*
- *கிப்ஸ்ஸின் கட்டிலா ஆற்றலை அறிந்து கொள்ளுதல். கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் மற்றும் $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ என்ற சமன்பாட்டை அறிந்துகொள்ளல்.*
- *ΔG-யின் முக்கியத்துவம் அறிதல்.*

9.1 வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியின் வரம்புகள்

வெப்ப இயக்கவியல் முதல்விதியின் படி ஆற்றலானது ஒரு வகையிலிருந்து மற்றொரு வகையாக மாறக்கூடியது மற்றும் எந்த ஒரு செயல்முறையிலும் ஆற்றலை ஆக்கவோ அல்லது அழிக்கவோ இயலாது. கணிதவியல் முறைப்படி வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதி $\Delta E = q - w$ ஆகும். ΔE என்பது அமைப்பு 'w' அளவு வேலையை செய்யும் போது அமைப்பின் உள்ளார்ந்த ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம் ஆகும். அதாவது அமைப்பானது q அளவு வெப்பத்தை உறிஞ்சி w அளவு வேலையை செய்கிறது. இவ்விதி பெற்றுள்ள வரம்புகள் பின்வருமாறு.

1. வெப்ப இயக்கவியல் முதல்விதியானது ஒவ்வொரு செயல்முறையின் போதும் நிகழும் வெவ்வேறு ஆற்றல் மாற்றங்களைப் பற்றி கூறுகிறது. ஆனால், அத்தகைய ஆற்றல் மாற்றங்கள் நிகழ்வதற்கான சாத்தியங்களைப் பற்றி விளக்குவதில்லை.

2. ஒரு செயல்முறை நிகழும் திசையானது தன்னிச்சையானதா அல்லது தன்னிச்சையற்றதா என்பதைப் பற்றிய எவ்வித கருத்தையும் வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதி கூறவில்லை.

9.2 வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதி

வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியின் பல்வேறு கூற்றுக்கள் பின்வருமாறும்:-

i) "ஒரு முழுமையான சுற்றில் ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பத்தை உறிஞ்சி, அமைப்பில் எத்தகைய சிறு மாற்றத்தையும் ஏற்படுத்தாமல், முழுவதுமாக வேலையாக மாற்றக் கூடிய ஓர் இயந்திரத்தை வடிவமைக்க இயலாது".

   இது வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியின் கெல்வின்-பிளாங்க் கூற்று எனப்படும்.

ii) "எத்தகைய வேலையும் செய்யாமல் வெப்பத்தை குளிர்ந்த பொருளிலிருந்து மற்றொரு சூடான பொருளுக்கு மாற்றுவது இயலாது".

   இது வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியின் கிளாசியஸ் கூற்று எனப்படும்.

iii) "என்ட்ரோபியை அதிகரிக்கக்கூடிய செயல்முறையானது தன்னிச்சையானதாகும்." இக்கூற்றானது வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியின் என்ட்ரோபி கூற்று எனப்படும். என்ட்ரோபி என்பது ஒழுங்கற்றத்தன்மையை அளவிடும் பண்பு அல்லது ஓர் அமைப்பில்

மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கற்றத் தன்மையை குறிக்கிறது. இதுவும் ஒரு நிலைச்சார்பாகும். ஓர் அமைப்பு தன்னிச்சையாக எப்பொழுதும் ஒழுங்கான நிலையிலிருந்து ஒழுங்கற்ற நிலைக்கு மாறிக்கொண்டிருக்கும். எனவே, ஒரு தன்னிச்சையான செய்லமுறையில் என்ட்ரோபி சீராக உயருகிறது.

iv) "ஓர் இயந்திரத்தின் திறன் எப்பொழுதும் நூறு சதவீதத்தை அடையாது''.

v) எந்த ஓர் இயந்திரத்தின் திறன் என்பது வெளிப்படுத்திய ஆற்றலுக்கும், உறிஞ்சப்பட்ட ஆற்றலுக்கும் உள்ள விகிதத்தின் மதிப்பாகும். வெளிப்படுத்திய ஆற்றலானது ஏதாவது ஒரு அளவிடக்கூடிய ஆற்றலாகவோ அல்லது வெப்பநிலை மாற்றமாகவோ இருக்கலாம். உறிஞ்சப்பட்ட ஆற்றலானது வெப்ப ஆற்றலாகவோ அல்லது வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றக்கூடிய எரிபொருளின் அளவாகவோ இருக்கும்.

$$\text{எனவே, \% திறன்} = \frac{\text{வெளிப்படுத்திய ஆற்றல்}}{\text{உறிஞ் சப்பட்ட ஆற்றல்}} \times 100$$

இயந்திரமானது வெப்ப இயந்திரமாகக்கூட இருக்கலாம். ஒரு வெப்ப இயந்திரத்தின் தொடக்க வெப்பநிலை T_1 எனவும், இறுதி வெப்பநிலை T_2 எனவும் கொள்வோம். $T_1 > T_2$ வாக இருக்கும்போது குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பமானது வேலையாக மாற்றப்படுகிறது. T_2 என்பது குறைந்த வெப்பநிலையாகும்.

$$\text{திறன் `}\eta\text{' ஆனது, \% திறன்} = \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1}\right) \times 100$$

வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதிப்படி, உறிஞ்சிய ஆற்றலை முழுவதுமாக, சிறிதளவு வெப்பம் அல்லது ஆற்றலை உறிஞ்சாமல், வெளிப்படுத்தும் ஆற்றலாக மாற்றக்கூடிய ஓர் இயந்திரம் அல்லது வெப்ப இயந்திரத்தை உருவாக்க இயலாது.

எனவே, நூறு சதவீத திறனை ஒருபோதும் அடைய இயலாது.

$$\therefore \text{\% திறன்} = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100$$

இரண்டாம் விதிப்படி, $T_2 < T_1$ எனவே % திறன் 100-ஐ விட குறைவாகும்.

9.3 என்ட்ரோபி மாற்றம்

வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட என்ட்ரோபி சார்பு 'S' ஆனது பின்வருமாறு விளக்கப்படுகிறது.

என்ரோபி சார்பு 'S' என்பது உமிழப்படும் வெப்பத்திற்கும் (q) செயல் முறையின் வெப்பநிலைக்கும் உள்ள விகிதமாகும். அதாவது, $S = \frac{q}{T}$. இத்தொடர்பு மீள் செயல்முறைகளுக்கு மட்டும் பொருந்தக் கூடியதாகும். ஓர் அமைப்பானது மாறாத வெப்பநிலையில் நிலை 1-லிருந்து நிலை-2க்கு மாறுவதாகவும், δq_{rev} என்பது அந்த செயல்முறையில் உமிழப்படும் வெப்பம் என்றும் எடுத்துக்கொண்டால், செயல்முறையின் என்ட்ரோபி மாற்றம் (ΔS) பின்வருமாறு அமையும்.

$$S_2 - S_1 = \Delta S = = \int_1^2 \frac{\delta q_{rev}}{T}$$

செயல்முறையானது மீள் செயல்முறையேயாகும். என்ட்ரோபி (S) மற்றும் செயல்முறையின் என்ட்ரோபி மாற்றம் (ΔS) ஆகியவை நிலைச்சார்புகளாகும். q மற்றும் δq ஆகியவை வழிச்சார்புகளாகும். ஒரு மீள் செயல்முறையில், அண்டத்தின் என்ட்ரோபி மாறாமல் உள்ளது.

$$S_{\text{அண்டம்}} = S_{\text{அமைப்பு}} + S_{\text{சுற்றுப்புறம்}} = \text{மாறிலி}$$

வெவ்வேறு வெப்ப இயக்கவியல் செயல்முறைகளுக்கு என்ட்ரோபி மாற்றம் பின்வருமாறு வருவிக்கப்படுகிறது.

வெப்பநிலை மாறா (T = மாறிலி) செயல்முறையில்

$$\Delta S = \frac{1}{T}\int_1^2 \delta q_{rev} = \frac{q_2 - q_1}{T}$$

வெப்பநிலை மாறா மற்றும் அழுத்தம் மாறா (T மற்றும் P = மாறிலி) செயல்முறையில்

$$\Delta S = \frac{1}{T}\int_1^2 \delta q_{p,\,rev}$$

வெப்பநிலை மாறா மற்றும் கன அளவு மாறா (T மற்றும் V= மாறிலி) செயல்முறையில்

$$\Delta S = \frac{1}{T}\int_1^2 \delta\, q_{v,rev}$$

“இயற்கைச் செயல்முறை” என்பது தன்னிச்சை செயற்முறையாகும் இச்செயல்முறை தூண்டப்படுவதில்லை. இவை தாமாகவே நடைபெறுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்முறையானது தன்னிச்சை செயல்முறையா இல்லையா என்பதை அமைப்பு மற்றும் சுற்றுப்புறத்தின் என்ட்ரோபி மாற்றத்தின் மூலம் கண்டறியலாம். இம்மதிப்பு நேர்க்குறியை பெற்றிருக்கும்போது, அண்டத்தின் என்ட்ரோபி அதிகரிக்கும். எனவே, செயல் முறையானது தன்னிச்சையாகவும், மீளா முறையிலும் நடைபெறுகிறது.

அண்டத்தின் என்ட்ரோபி மாற்றமானது பூச்சியமாகவோ அல்லது எதிர்க்குறியையோ ($\Delta S<0$) பெற்றிருக்கும்போது, அமைப்பானது தன்னிச்சையற்ற செயல்முறையில் இயங்கும்.

ஒரு வாயுநிலை அமைப்பில் வெளிப்புற அழுத்தமானது உட்புற அழுத்தத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும்போது, வாயுவானது தன்னிச்சையாக விரிவடைகிறது. விரிவடையும் போது கனஅளவு அதிகரிப்பதால், வாயு மூலக்கூறுக்கள் ஒழுங்கற்றவகையில் இயங்கும் தன்மையும் அதிகரிக்கிறது. எனவே, தன்னிச்சையான செயல்முறையின் ஒழுங்கற்ற தன்மை அதிகரிக்கிறது. இது தன்னிச்சையாக நிகழ்வதால் என்ட்ரோபி மாற்றம் நேர்க்குறியை பெற்றுள்ளது. எனவே, என்ட்ரோபி என்பது ஓர் அமைப்பில் நிகழும் நுண்ணிய ஒழுங்கற்றத் தன்மையையும், தன்னிச்சை செயல்முறையையும் குறிக்கிறது.

ஒரு மீள் செயல் முறையில்,

$$\Delta S_{\text{அமைப்பு}} = -\Delta S_{\text{சுற்றுப்புறம்}}$$

$$\therefore \Delta S_{\text{அண்டம்}} = \Delta S_{\text{அமைப்பு}} + \Delta S_{\text{சுற்றுப்புறம்}} = 0.$$

ஒரு மீளாச் செயல்முறையில் (தன்னிச்சை)

$\Delta S_{\text{அண்டம்}} > 0$ (நேர்க்குறியை உடையது)

ஓர் இயற்பியல் (நிலைமை) மாற்றத்தின் போது நிகழும் என்ட்ரோபி மாற்றத்தை, குறிப்பாக நீர்மங்கள் அவற்றின் கொதிநிலையில் ஆவியாதல், டிரவுட்டன் விதியின் மூலம் நிர்ணயிக்கலாம். இவ்விதிப்படி, ஒரு நீர்மத்தின்

ஆவியாதல் வெப்பத்தை (ΔH_{vap}) (கலோரி/மோல்) அதன் கொதிநிலை (கெல்வின்)யால் வகுக்கும்போது 21 கலோரி டிகிரி$^{-1}$ மோல்$^{-1}$ என்ற மாறாத மதிப்பு கிடைக்கிறது.

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = 21 \text{ கலோரி டிகிரி}^{-1} \text{ மோல்}^{-1}$$

ΔH_{vap} = ஆவியாதலின் என்தால்பி மாற்றம் = ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம். இச்சமன்பாடு கொதிநிலைத் தெரிந்த நீர்மத்தின் மோலார் ஆவியாதல் வெப்பத்தை நிர்ணயிக்க பயன்படுகிறது. இவ்விதியிலிருந்து விலகல் அடைந்துள்ள சேர்மங்கள் பின்வருமாறு:

i) ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹீலியம் போன்ற குறைந்த கொதிநிலை கொண்ட நீர்மங்கள். இவற்றின் கொதிநிலை 0K-ஐ விட மிகச் சிறிதளவே உயர்ந்திருக்கும்.

ii) நீர் மற்றும் ஆல்கஹால் போன்ற முனைவுற்ற சேர்மங்கள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை கொண்டிருப்பதால் அதிகபட்ச கொதிநிலைகளையும், அதிகபட்ச $\Delta H_{\text{ஆவியாதல்}}$ மதிப்பையும் பெற்றுள்ளன.

iii) அசிட்டிக் அமிலம் போன்ற நீர்மத்தின் மூலக்கூறுகள் ஆவி நிலைமையில் பகுதியாக அயனியாவதால், மிகக்குறைந்த ஆவியாதல் என்ட்ரோபியை பெற்றுள்ளன. அதாவது 21 கலோரி/டிகிரி/மோல் விட மிகக்குறைந்த மதிப்பைப் பெற்றுள்ளன.

டிரவுட்டன் விதிக்கு உட்பட்டு செயல்படும் நீர்மங்கள் நல்லியல்பு தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

சான்று **1**

CCl_4, $CHCl_3$ மற்றும் H_2S ஆகியவற்றின் கொதிநிலைகள் முறையே 76.7^oC, 61.5^oC மற்றும் -59.6^oC ஆகும். அவை நல்லியல்புத் தன்மையில் செயல்படும்போது அவற்றின் மோலார் ஆவியாதல் வெப்பநிலையைக் கணக்கிடு.

நீர்மங்கள் நல்லியல்புத்தன்மையில் செயல்படுவதால், டிரவுட்டன் விதிக்கு உட்படுகின்றன.

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = 21 \text{cal.deg}^{-1}.\text{mole}^{-1}$$

$\therefore \Delta H_{vap}$ of CCl_4 $= (21 \text{ cal. mole}^{-1}. \text{deg}^{-1} \times 4.184 J)(273 + 76.7)K$
$= 30.71 \text{ kJ mol.}^{-1}$

ΔH_{vap} of $CHCl_3$ $= (21 \text{ cal. mole}^{-1}.\text{deg}^{-1} \times 4.184 J)(273 + 61.5)K$
$= 29.376 \text{ kJ mol}^{-1}$

ΔH_{vap} of H_2S $= (21 \text{ cal mol}^{-1}.\text{deg}^{-1} \times 4.184 J) \times (273\text{-}59.6)K$
$= 18.74 \text{ kJ.mol}^{-1}$

என்ட்ரோபியின் **(S)** சிறப்பியல்புகள்

i) என்ட்ரோபி (S) ஆனது வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியிலிருந்து வெப்ப இயக்கவியல் நிலைச்சார்பாக வருவிக்கப்பட்டுள்ளது.

ii) ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்முறையில் நிகழும் அமைப்பின் என்ட்ரோபி மாற்றம் (ΔS) என்பது மாறாத வெப்பநிலையில் நிகழும் வெப்ப மாற்றத்திற்கும் அமைப்பின் வெப்பநிலைக்கும் இடையேயான விகிதமாகும். அமைப்பானது அந்த குறிப்பிட்ட செயல்முறையில் மீள் முறையில் நிகழக் கூடியதாகும்.

$$\Delta S_{rev} = \frac{\Delta q_{rev}}{T(K)}$$

வெப்பம், q என்பது நிலைச்சார்பு அல்ல. ஆனால் ஒரு மீள் செயல்முறையில் $\Delta q = (q_2\text{-}q_1)$-வை செயல்முறையின் வெப்பநிலை (T) ஆல் வகுத்து கிடைப்பது நிலைச்சார்பாகும்.

iii) ஒரு தன்னிச்சை செயல்முறையின் போது ஒழுங்கற்றத்தன்மை அல்லது மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கற்ற தன்மை அமைப்பில் அதிகரிக்கிறது. அனைத்து தன்னிச்சை செயல்முறைகளிலும் என்ட்ரோபி அதிகரிக்கிறது. எனவே, என்ட்ரோபியானது ஓர் அமைப்பின் ஒழுக்கற்றத்தன்மை அல்லது மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கற்ற அமைப்பு ஆகியவற்றை அளவிடும் பண்பாகும்.

iv) ஓர் அமைப்பானது இயற்பியல் அல்லது வேதி மாற்றங்களுக்கு உட்படும்போது அமைப்பு மற்றும் சுற்றுப்புறம் ஆகியவற்றின் என்ட்ரோபி மாற்றமடையும். அமைப்பு மற்றும் சுற்றுப்புறம் ஆகியவற்றின் மொத்த என்ட்ரோபி மாற்றத்தின் கூட்டுத்தொகையானது அண்டத்தின் என்ட்ரோபி மாற்றம் எனப்படுகிறது. ஒரு வெப்பநிலை மாறாச் செயல்முறையின் (T=மாறிலி) போது, மீள் செயல்முறையில் அண்டத்தின் என்ட்ரோபி மாற்றம் பூஜ்ஜியமாகும்.

ஒரு மீளாச்செயல்முறையின்போது அண்டத்தின் என்ட்ரோபி அதிகரிக்கிறது.

v) அண்டத்தின் ஆற்றல் மாறாமல் இருந்தாலும், அண்டத்தின் என்ட்ரோபி அதிகப்பட்ச அளவை நோக்கி உயர்ந்துக்கொண்டே இருக்கிறது.

vi) ஒரு தன்னிச்சை செயற்முறையில் மாறாத வெப்பநிலையில் (T), ΔS நேர்குறியைப் பெற்றுள்ளது ($\Delta S>0$)

ஒரு சமநிலை செயல்முறையில் ΔS ஆனது பூஜ்ஜியமாகும்.

ஒரு தன்னிச்சையற்ற செயல்முறையில்

ΔS எதிர்க்குறியை பெற்றுள்ளது ($\Delta S<0$)

vii) என்ட்ரோபியின் அலகு**:** என்ட்ரோபியின் அலகானது ஆற்றலின் அலகு போன்று வெப்பம் X வெப்பநிலை$^{-1}$ ஆகும். என்ட்ரோபியானது கலோரி / டிகிரி என்ற வகையில் என்ட்ரோபி அலகு (eu) எனப்படுகிறது. மேலும் என்ட்ரோபியானது சேர்மத்தின் அளவைப் பொருத்தமைவதால் என்ட்ரோபியின் அலகு கலோரி/டிகிரி/மோல் அல்லது eu/மோல் எனப்படுகிறது.

cgs அலகில் என்ட்ரோபியின் அலகு $cal.K^{-1}$ என்பது eu ஆகும். SI அலகில் JK^{-1} அதாவது 1 eu = 4.184 EU ஆகும்.

viii) என்ட்ரோபி மாற்றம் என்தால்பி மாற்றத்துடன் பின்வரும் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

$\Delta S = \dfrac{\Delta q_{rev}}{T}$. ΔH என்பது மாறாத வெப்பநிலை T மற்றும் மாறாத அழுத்தம் P-யில் ஒரு செயல்முறையில் உறிஞ்சப்படும் அல்லது உமிழப்படும் வெப்பமாகும். ΔS ஆனது ΔH மூலமாகவும் கணக்கிடப்படுகிறது. எனவே,

$\Delta H = \dfrac{\Delta H}{T}$, ΔH என்பது மாறாத அழுத்தச் செயல் முறையில் வெப்பநிலை T-ல் என்தால்பி மாற்றத்தின் அளவாகும்.

சான்று **2**

0^oC மற்றும் 1 atm-ல் ஒரு மோல் பனிக்கட்டியை 0^oC மற்றும் 1 atm-ல் நீர்மமாக மாற்றும்போது என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு. பனிக்கட்டி உருகுதலின் என்தால்பி 6008 J mol^{-1}.

$$H_2O\,(s) \xrightarrow{0^o C} H_2O\,(l)$$

பனிக்கட்டி 273 K நீர்

$$\Delta S_{fusion} = \frac{\Delta H_{fusion}}{Tm(K)} = \frac{6008\ J.mol^{-1}}{(0+273)\,K}$$

$$\therefore \Delta S_{fusion} = 22.007\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}.$$

சான்று 3

நீர் (373K) → நீராவி (373K) என்ற செயல்முறையில் என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு. $\Delta H_{vap} = 40850\ J\ mol^{-1}$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vab}}{Tb\,(K)} = \frac{40850\,J/mol}{373K} = 109.517\ J.K.^{-1} mol^{-1}$$

$$\Delta S_{vap} = 109.52\ J\ mole^{-1}\ K^{-1}$$

சான்று 4

கீழ்க்கண்ட நிலைமை மாற்றத்தின்போது என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு. ΔH transition = 2090 J.mol^{-1}

$$1\ mole\ S_n\ (\alpha, 13^oC) \rightleftharpoons 1\ mole\ S_n\ (\beta, 13^oC).$$

$$T_{transition} = 13+273 = 286\ K.$$

$$\Delta S_{trans} = \frac{\Delta H_{trans}}{T_{trans}\,(K)} = \frac{2090\ J.mol^{-1}}{286\,K}$$

$$\Delta S_{trans} = 7.307\ J.K^{-1}\ mol.^{-1}$$

சான்று 5

ஒரு செயல்முறையின்போது எப்போது என்ட்ரோபி உயரும்?

a) ஒரு வேதிவினையில், வினைவிளை பொருள்களின் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையானது வினைபடு பொருள்களின் மூலக்கூற்றுகளின் எண்ணிக்கையைவிட அதிகமாக இருக்கும்போது என்ட்ரோபி அதிகரிக்கிறது.

b) ஒரு திண்மம் நீர்மமாதல், ஒரு நீர்மம் ஆவியாதல் மற்றும் ஒரு திண்மம் ஆவியாதல் ஆகிய நிலைமை மாற்ற இயற்பியல் செயல்முறைகளின் போது என்ட்ரோபி அதிகரிக்கிறது.

சான்று 6

55^oC வெப்பநிலையிலுள்ள ஓர் அமைப்பிலிருந்து 75J வெப்பமானது 20^oC உள்ள சுற்றுப்புறத்திற்கு செல்லும்போது அமைப்பு, சுற்றுப்புறம் மற்றும் அண்டம் ஆகியவற்றின் என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு.

$$T_{\text{அமைப்பு}} = 273 + 55 = 328\ K.$$

$$T_{\text{சுற்றுப்புறம்}} = 20 + 273 = 293\ K.$$

$$\Delta S_{\text{அண்டம்}} = \Delta S_{\text{மொத்தம்}} = \Delta S_{\text{அமைப்பு}} + \Delta S_{\text{சுற்றுப்புறம்}}$$

$$\Delta S_{\text{அமைப்பு}} = \frac{q_{\text{அமைப்பு}}}{T_{\text{அமைப்பு}}} = \frac{-75J}{328K} = -0.2287 Jk^{-1}$$

$$\Delta S_{\text{சுற்றுப்புறம்}} = \frac{q_{\text{சுற்றுப்புறம்}}}{T_{\text{சுற்றுப்புறம்}}} = \frac{+75J}{293K} = +0.260\,JK^{-1}$$

$$\therefore \Delta S_{\text{அண்டம்}} = \Delta S_{\text{மொத்தம்}} = (-0.2287 + 0.26)$$

$$= +0.0313\ JK^{-1}$$

சான்று 7

4.1 atm உள்ள 1 மோல் நல்லியல்பு வாயு ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் 3710J வெப்பத்தை உறிஞ்சி 2 லிட்டருக்கு விரிவடைகிறது. விரிவடையும் செயல்முறையின் என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு.

ஒரு மோல் நல்லியல்பு வாயுவிற்கு,

$$PV = RT, \quad P = 4.1\ atm \quad V = 2\ lit$$

$$\therefore \text{வெப்பநிலை} = \frac{4.1 atm \times 2 lit \times 1 mole}{0.082\ lit\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}} = 100\ K.$$

$$\Delta S = \frac{q}{T} = \frac{3710\,J}{100\,K} = 37.1 J.K^{-1}$$

$$\Delta S_{விரிவுடைதல்} = 37.1\ J\ K^{-1}$$

திட்ட என்ட்ரோபி

25°C மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் ஒரு தூய சேர்மத்தின் தனி என்ட்ரோபியானது திட்ட என்ட்ரோபி (S°) எனப்படுகிறது. 0K-ல் மேல் உள்ள அனைத்து சேர்மங்களின் திட்ட என்ட்ரோபியானது எப்பொழுதும் நேர்குறி மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும்.

வெவ்வேறு சேர்மங்களின் திட்ட என்ட்ரோபி (S°) தெரிந்தால், ஒரு வேதிவினையின் என்ட்ரோபி மாற்றத்தை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\Delta S^\circ = \Sigma S^\circ_{வினைவிளை} - \Sigma S^\circ_{வினைபடு\ பொருள்கள்}$$

ΔS° என்பது வினையின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் குறிக்கிறது.

உருவாதலின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம் ΔS°_f என்பது திட்டநிலையில் தனிமங்களிலிருந்து 1 மோல் சேர்மம் உருவாதலின் என்ட்ரோபியாகும். ஒரு வேதிப்பொருளுக்கு ΔS°_f ஆனது தனிமங்களின் S° மதிப்புகளிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\Delta S^\circ_{f\ சேர்மம்} = \Sigma S^\circ_{சேர்மம்} - \Sigma S^\circ_{தனிமங்கள்}$$

சான்று 8

$CO_2(g)$ உருவாதலின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு. $CO_2(g)$, C(s) மற்றும் $O_2(g)$ ஆகியவற்றின் திட்ட என்ட்ரோபிக்கள் முறையே 213.6, 5.740 மற்றும் 205.0 JK^{-1} ஆகும்.

$$\Delta S^\circ_{f\ சேர்மம்} = \Sigma S^\circ_{சேர்மம்} - \Sigma S^\circ_{தனிமங்கள்}$$

$$= S^\circ CO_2(g) - [S^\circ_{C_{(s)}} + S^\circ O_2(g)]\ JK^{-1}$$

$$= 213.6 - 5.74 - 205.0$$

$$\Delta S^\circ_{f, CO_2(g)} = 2.86\ JK^{-1}$$

சேர்மங்களின் உருவாகுதலின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம் தெரியும்போது, ஒரு சமன் செய்யப்பட்ட வேதி வினைக்கான திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றத்தை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\Delta S^\circ_{வினை} = \Sigma \Delta S^\circ_{f\ விளை\ பொருள்கள்} - \Sigma \Delta S^\circ_{f\ வினைபடு\ பொருள்கள்}$$

சான்று **9**

யூரியா நீராற்பகுப்படைந்து அம்மோனியா மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடை தகுகிறது. யூரியா, $H_2O(l)$, $CO_2(g)$ மற்றும் $NH_3(g)$ ஆகியவற்றின் திட்ட என்ட்ரோபி மதிப்புகள் பின்வருமாறு 41.55, 16.72, 51.06 மற்றும் 46.01 cals. $mol^{-1}.K^{-1}$ ஆகும். இவ்வினையின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு. வினை தன்னிச்சையானதா எனக் கூறு.

$$\Delta S^\circ_{\text{வினை}} = \Sigma S^\circ_{\text{வினைவிளை பொருள்கள்}} - \Sigma S^\circ_{\text{வினைபடு பொருள்கள்}}$$

வினையானது

$$CO(NH_2)_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2NH_{3(g)}$$

$$\Delta S^\circ_{\text{வினை}} = (S^\circ_{CO_2(g)} + 2S^\circ NH_{3(g)}) - (S^\circ_{\text{யூரியா}(aq)} + S^\circ_{H_2O(l)})$$

$$= (51.06 + 2 \times 46.01 - 41.55 - 16.72)\ cal.K^{-1}$$

$$= 84.81\ cal.\ K^{-1}.$$

$\Delta S^\circ_{\text{வினை}}$ என்பது நேர்குறி மதிப்பு கொண்டது. அதாவது $\Delta S^\circ_{\text{வினை}}$ அதிகரிக்கிறது. எனவே யூரியா நீராற்பகுப்படையும் வினை ஒரு தன்னிச்சை வினையாகும்.

9.4 கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் **'G'**

வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதிப்படி ஒரு செயல்முறை தன்னிச்சைச் செயல்முறையா என்பதை அறிய அண்டத்தின் என்ட்ரோபி பயன்படுத்தப்படுகிறது. $S_{\text{அண்டம்}}$-ன் மதிப்பானது $S_{\text{அமைப்பு}}$ மற்றும் $S_{\text{சுற்றுப்புறம்}}$ ஆகியவற்றின் கூடுதலாகும். பெரும்பான்மையான இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் செயல்முறைகளின் போது $S_{\text{சுற்றுபுறம்}}$ கணக்கிடுவது கடினமாகும். எனவே தன்னிச்சை செயல்முறையை அறிவதற்கு அமைப்பை மட்டும் சார்ந்திருக்கக்கூடிய ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் சார்பு தேவைப்படுகிறது.

இதற்காக வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம்விதி கட்டிலா ஆற்றல் சார்பை அறிமுகப்படுத்தியது. அந்த கட்டிலா ஆற்றல் சார்பு, கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் சார்பு என்று 'G' என குறிக்கப்படுகிறது. கணிதவியல் முறைப்படி

$G = H - TS$ என வரையறுக்கப்படுகிறது.

H = அமைப்பின் என்தால்பி அல்லது வெப்பக்கொள்ளளவு, T = வெப்பநிலை (கெல்வினில்) S = என்ட்ரோபி

இந்த கணிதவியல் வரையறையானது மாறாத வெப்பநிலை மற்றும்

அழுத்தத்தில் நடைபெறும் செயல்முறைகளுக்கு பொருந்தும். ஒரு வெப்பநிலை மாறாச் செயல்முறையில், ΔH மற்றும் ΔS ஆகியவை அமைப்பின் என்தால்பி மற்றும் என்ட்ரோபி மாற்றங்கள் எனில், கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் ΔG யானது

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

1 மற்றும் 2 ஆகியவை வெப்பநிலை மாறா செயல்முறையின் போது அமைப்பின் தொடக்க மற்றும் இறுதி நிலைகள் எனில்

$$\Delta G = (G_2 - G_1) = (H_2 - H_1) - T(S_2 - S_1)$$

வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியிலிருந்து

$$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$$ எனில்

$$\Delta G = \Delta E + P\Delta V - T\Delta S.$$

ஒரு தன்னிச்சை செயல்முறையில், மாறாத அழுத்தத்தில் என்தால்பி மாற்றம் எதிர்க்குறியை பெற்றிருக்கும். ஒரு வெப்ப உமிழ் செயல்முறையில் இறுதி என்ட்ரோபி (H_2) ஆனது தொடக்க என்ட்ரோபி (H_1) ஐ விட குறைவாக இருப்பதால் $(H_2 - H_1)$ எதிர்குறியை பெற்றிருக்கும். எனவே, செயல் முறையானது தன்னிச்சையாக என்தால்பி குறையும் நிலையை நோக்கி நிகழும். இதேபோல், தன்னிச்சை செயல்முறையின்போது என்ட்ரோபி மாற்றம் (ΔS) அதிகரிக்கும். இதற்கு காரணம் இறுதி என்ட்ரோபி (S_2) ஆனது தொடக்க என்ட்ரோபி (S_1) ஐ விட அதிகமாக இருப்பதால் $(S_2 - S_1) = \Delta S$ ஆனது நேர்க்குறியை பெற்றிருப்பதேயாகும். ΔH எதிர்க்குறி மற்றும் ΔS நேர்க்குறி ஆகியவற்றை கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் ΔG சமன்பாட்டில் புகுத்தும்போது

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$ கிடைக்கிறது.

மாறாத வெப்பநிலையில், ஒரு தன்னிச்சைச் செயல்முறையில் ΔG-ன் மொத்த எண் மதிப்பு எதிர்க்குறியை பெற்றிருக்கும். இங்கு, ΔH மற்றும் ΔS ஆகியவை அமைப்பைச் சார்ந்ததாகும்.

ஒரு செயல்முறையின் கட்டிலா ஆற்றல் (ΔG) மாற்றத்திலிருந்து ஒரு வினை நிகழுமா என்பதற்கும், வெப்ப இயக்கவியல் தன்னிச்சை செயல்முறைக்குமான காரணங்கள் பின்வருமாறு.

அமைப்பின் மாறாத வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில்

$\Delta G > 0, \Delta G = +ve$, செயல்முறையானது தன்னிச்சை செயல் அல்ல மற்றும் நிகழாது.

$\Delta G = 0$, செயல்முறையானது சமநிலையை உடையது.

$\Delta G<0$, ΔG=-ve, செயல்முறையானது தன்னிச்சையானது மற்றும் நிகழக்கூடியது.

வேதியியல் வெப்ப இயக்கவியலில், தன்னிச்சை செயல்முறைகள் மீளாச் செயல்முறைகள் அல்லது நிகழும் செயல்முறைகளாகும். தன்னிச்சையற்ற செயல்முறைகள், நிகழாத செயல்முறைகள் எனப்படுகின்றன. இத்தகைய செயல்முறைகளுக்கான நேரக்காரணி கணக்கிடப்படுவதில்லை.

அனைத்து மீள் செயல்முறைகளும் சமநிலைச் செயல்முறைகளாகும்.

தன்னிச்சை மற்றும் சமநிலை செயல்முறைகளுக்கான வெப்ப இயக்கவியல் அடிப்படைக் காரணங்கள்		
தன்னிச்சையானது (மீளா) மாறாத P மற்றும் T	சமநிலையானது (மீள்)	தனிச்சையற்றவை (நிகழாதது)
$\Delta G < 0$ $\Delta H < 0$ $\Delta S > 0$	$\Delta G = 0$ $\Delta H = 0$ $\Delta S = 0$	$\Delta G > 0$ $\Delta H > 0$ $\Delta S < 0$

கட்டிலா ஆற்றல் **'G'**-ன் சிறப்பியல்புகள்

i) G யானது (H–TS) என வரையறுக்கப்படுகிறது. H மற்றும் S ஆகியவை முறையே அமைப்பின் என்தால்பி மற்றும் என்ட்ரோபியாகும். T=2 வெப்பநிலை. H மற்றும் S நிலை சார்புகளாக இருப்பதால் G யானது நிலைச்சார்பாகும்.

ii) G என்பது பொருண்மை சாராப்பண்பாகும். $\Delta G = (G_2 – G_1)$ எனில் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றமானது அமைப்பின் இறுதி (2) மற்றும் தொடக்க (1) நிலைகளை சார்ந்திருப்பதால் பொருண்மை சார் பண்பாகும். அதாவது, இறுதி மற்றும் தொடக்க நிலைகளுக்கு இடையில் நிறை மாறாமல் இருக்க வேண்டும் அல்லது அமைப்பானது மூடிய அமைப்பாக இருக்கவேண்டும்.

iii) G ஆனது அமைப்பின் ஒற்றை மதிப்புடைய வெப்ப இயக்கவியல் பண்பாகும்.

iv) G மற்றும் ΔG-ன் மதிப்புகள் அமைப்பை மட்டுமே சார்ந்தவையாகும். செயல்முறையின் தன்மையை அறிய ΔG-ன் மூன்று வகைகள்

தேவைப்படுகிறது. $\Delta G < 0$ (எதிர்க்குறி) ஆக உள்ள போது, செயல்முறை தன்னிச்சையானது மற்றும் நிகழக்கூடியதாகும். $\Delta G = 0$ எனில் செயல்முறை சமநிலையையுடையது. $\Delta G > 0$ (நேர்க்குறி) எனில் செயல்முறை தன்னிச்சையற்றதாகவும், நிகழாததாகவும் உள்ளது.

v) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. வெப்ப இயக்கவியல் முதல்விதிப்படி,
$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$ மற்றும் $\Delta E = q - w$ எனில்

$$\therefore \quad \Delta G = q - w + P\Delta V - T\Delta S$$

ஆனால் $\Delta S = \frac{q}{T}$ எனில் $T\Delta S = q$ = செயல்முறையில் நடைபெறும் வெப்ப மாற்றம்

$$\therefore \quad \Delta G = q - w + P\Delta V - q = -w + P\Delta V$$

அல்லது $-\Delta G = w - P\Delta V$ = மொத்த வேலை

மாறாத வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்முறையின்போது கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் குறைவது $(-\Delta G)$ விரிவடையும் வேலையைத் தவிர அமைப்பு செய்யும் அதிகபட்ச வேலையைக் குறிக்கிறது.

இந்த அளவானது அமைப்பு செய்யும் அதிகபட்ச வேலை எனப்படும் மற்றும் $(w - P\Delta V)$-க்கு சமமாகும்.

$\therefore$ மொத்த வேலை = $-\Delta G = w - P\Delta V$.

$-\Delta G$ என்பது $P-V$ வேலையைத் தவிர அமைப்பிலிருந்து பெறப்படும் மின், வேதி அல்லது பரப்பு போன்ற அனைத்து வேலைகளையும் குறிக்கும்.

திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் $(G°)$

சேர்மங்களின் உருவாதலின் திட்ட என்தால்பி மற்றும் வினையின் திட்ட என்தால்பி மாற்றம் ஆகியவற்றைப் போன்று சேர்மங்களின் உருவாதலின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மற்றும் வினைகளின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் கருதப்படுகின்றன. அனைத்து தனிமங்கள் மற்றும் சேர்மங்களின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மதிப்பு $(G°)$ ஆனது திட்ட நிலைகளான வெப்பநிலை (298 K) மற்றும் அழுத்தம் (1 atm) ஆகியவற்றில் $H°$ மற்றும் $S°$ மதிப்புகளிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. அதாவது சேர்மம் திட்டநிலையில் உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

அதாவது $\quad G° = H° - TS°$

தனிமங்களின் உருவாதலின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றலின் மதிப்புகள் பூஜ்ஜியமாகும். எனவே, ஒரு சமன்செய்யப்பட்ட வினையின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றமானது திட்டநிலையில் உள்ள வினைபடு பொருள்களின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல்களின் கூடுதல்களுக்கும், வினைவிளை பொருள்களின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல்களின் கூடுதல்களுக்கும் உள்ள வேறுபாடு ஆகும்.

$$\Delta G^\circ_{\text{வினை}} = \Sigma G^\circ_{\text{வினைவிளைபொருள்கள்}} - \Sigma G^\circ_{\text{வினைபடு பொருள்கள்}}$$

$\Delta G^\circ_{\text{வினை}}$-யின் மதிப்பானது $\Delta H^\circ_{\text{வினை}}$ மற்றும் $\Delta S^\circ_{\text{வினை}}$ ஆகியவற்றிலிருந்தும் கணக்கிடப்படுகிறது. $\Delta H^\circ_{\text{வினை}}$ மற்றும் $\Delta S^\circ_{\text{வினை}}$ ஆகியவை மாறாத வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் வினைபடு மற்றும் வினைவிளை மூலக்கூறுகளின் H° மற்றும் S° மதிப்புகளிலிருந்து கணகிடலாம்.

சான்று 10

300 K ல் ஒரு வேதிவினையின் ΔH மற்றும் ΔS-ன் மதிப்புகள் முறையே -10 k cal mol^{-1} மற்றும் 20 cal. deg^{-1} mol^{-1} ஆகும். வினையின் ΔG மதிப்பு என்ன? ΔH மற்றும் ΔS மதிப்புகள் மாறாமல் இருக்கும்போது 400 K-ல் வினையின் ΔG மதிப்பை கணக்கிடு. வினையின் தன்மையை நிர்ணயிக்கவும்.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

300 K-ல் $\Delta G = -10{,}000 - 20 \times 300$
$= -16{,}000 \text{ cals. mole}^{-1}$

400 K-ல் $\Delta G = -10{,}000 - 20 \times 400$
$= -18{,}000 \text{ cals. mole}^{-1}$

300 K மற்றும் 400 K-ல் வினையின் ΔG மதிப்பானது எதிர்குறியை (<0) பெற்றுள்ளது. எனவே வினையானது இரு வெப்பநிலைகளிலும் தன்னிச்சையானதாகும்.

சான்று 11

25°C-ல் $3C_2H_{2(g)} \rightleftharpoons C_6H_{6(l)}$ என்ற வினையின் ΔH° மதிப்பு –631 kJ. mol^{-1} ஆகும். வினையின் ΔG°-வைக் கணக்கிடு. ஒரு atm அழுத்தத்தில் வினையானது எந்த திசையில் தன்னிச்சையானது என நிர்ணயிக்கவும். $S^\circ_{C_2H_2} = 200.8\ JK^{-1}mol^{-1}$ மற்றும் $S^\circ_{C_6H_6} = 172.8\ JK^{-1}\ mol^{-1}$.

$$3C_2H_{2(g)} \rightleftharpoons C_6H_{6(l)}$$

$$\Delta S^\circ = \Sigma S^\circ_{\text{விளைபொருள்கள்}} - \Sigma S^\circ_{\text{வினைபடு பொருள்கள்}}$$

$$= S^\circ_{C_6H_{6(l)}} - 3 \times S^\circ_{C_2H_2}$$

$= 172.8 - 3 \times 200.8 \quad = \quad -429.8\ JK^{-1}$

$\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S°; \quad T = 298°K$

$\Delta H° \quad = \quad -631\ KJ.\ mol^{-1}$

$\therefore\ \Delta G \ = \ -631000 + (298 \times 429.8) \ = \ -502.979\ kJ.$

$\Delta G°$ ஆனது எதிர்குறி மதிப்பை பெற்றிருப்பதால், வினை தன்னிச்சையானதாகும்.

சான்று 12

300 K-ல் $CO_{(g)} + ½O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ வினையானது தன்னிச்சையானது மற்றும் வெப்பஉமிழ்வினை என நிரூபி. வினையின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம் $-\ 0.094\ kJ\ mol^{-1}K^{-1}$ ஆகும். மேலும் CO_2 மற்றும் CO ஆகியவற்றின் உருவாதலின் கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் மதிப்புகள் முறையே $-\ 394.4$ மற்றும் $-137.2\ kJ.mol^{-1}$ ஆகும்.

$$CO_{(g)} + ½O_{2(g)} \quad \rightarrow \quad CO_{2(g)}$$

$$\Delta G°_{\text{வினை}} \ = \ \Sigma G°_{f\ \text{வினைவிளை}} - \Sigma G°_{f\ \text{வினைபடு}}$$

$$= \ G°_{f\,CO_2} - G°_{f\,CO} - ½G°_{f}O_2$$

$$= \ -\ 394.4 + 137.2 - 0$$

$$= \ -\ 257.2\ kJ\ mol^{-1}$$

$$\Delta G°_{\text{வினை}} \ = -\ 257.2 = \Delta H°_{\text{வினை}} \quad -\ 300 \times \Delta S°_{\text{வினை}}$$

$$\therefore\ \Delta H°_{\text{வினை}} = -\ 257.2 - 300\ (-0.094)$$

$$\Delta H°_{\text{வினை}} = -\ 285.4\ kJ.\ mol^{-1}$$

$\Delta G°_{\text{வினை}}$ எதிர்குறி மதிப்புடையது. எனவே, வினை தன்னிச்சையானதாகும். மேலும் $\Delta H°_{\text{வினை}}$ எதிர்குறியை பெற்றிருப்பதால் இது வெப்பஉமிழ் வினையாகும்.

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுக்கவும்

1. மாறாத வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் சுற்றுப்புறத்துடன் பரிமாற்றம் செய்யும் வெப்பத்தின் அளவு ________எனப்படும்.

   a) ΔE b) ΔH c) ΔS d) ΔG

2. அனைத்து இயற்கை செயல்முறைகளும் தன்னிச்சையாக ________ திசையை நோக்கி செயல்படுகின்றன.

   a) என்ட்ரோபி குறைதல் b) என்தால்பி அதிகரித்தல்
   c) கட்டிலா ஆற்றல் அதிகரித்தல் d) கட்டிலா ஆற்றல் குறைதல்

3. ஒரு வெப்பமாறாச் செயல்முறையில் கீழ்க்கண்டவற்றில் எது உண்மையாகும்?

   a) $q = w$ b) $q = 0$ c) $\Delta E = q$ d) $P\Delta V = 0$

4. ஒரு நீர்மம் கொதிக்கும் போது அதன்

   a) என்ட்ரோபி உயருகிறது
   b) என்ட்ரோபி குறைகிறது
   c) ஆவியாதலின் வெப்பம் உயருகிறது
   d) கட்டிலா ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது

5. ஒரு வினையின் ΔG எதிர்குறியை பெற்றிருந்தால், அதில் ஏற்படும் மாற்றம்

   a) தன்னிச்சையானது b) தன்னிச்சையற்றது
   c) மீள்தன்மையுடையது d) மீள்தன்மையற்றது

6. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது என்ட்ரோபியை அதிகரிக்காது?

   a) கரைசலில் உள்ள சுக்ரோஸை படிகமாக்குதல்
   b) இரும்பு துருபிடித்தல்
   c) பனிக்கட்டியை நீராக மாற்றுதல்
   d) கற்பூரத்தை பதங்கமாக்குதல்

7. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எந்த செயல்முறை எப்பொழுதும் சாத்தியமாகாது?

   a) $\Delta H>0, \Delta S>0$ b) $\Delta H<0, \Delta S>0$
   c) $\Delta H>0, \Delta S<0$ d) $\Delta H<0, \Delta S<0$

8. கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம்

a) $\Delta G = \Delta H + T\Delta S$ a) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
c) $\Delta G = \Delta H \times T\Delta S$ d) மேற்சொன்ன எதுவுமில்லை

9. $2Cl_{(g)} \rightarrow Cl_{2(g)}$, வினையில் ΔH மற்றும் ΔS மதிப்புகளின் குறிகள் முறையே

a) +, – b) +, + c) –, – d) –, +

B. ஓரிரு வாக்கியங்களில் விடையளி

10. என்ட்ரோபி என்றால் என்ன? அதன் அலகுகளைக் கூறு.

11. கீழ்க்கண்ட வினை நிகழுமா என்பதை நிர்ணயிக்கவும்

i) ΔH மற்றும் ΔS ஆகிய இரண்டும் அதிகரித்தல்
ii) ΔH மற்றும் ΔS ஆகிய இரண்டும் குறைதல்
iii) ΔH குறைதல் மற்றும் ΔS அதிகரித்தல்

12. கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் என்றால் என்ன?

13. வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம்விதி பற்றிய கெல்வின் கூற்றை எழுதுக.

14. ΔG எவ்வாறு ΔH மற்றும் ΔS வுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. $\Delta G = 0$ என்பதன் பொருள் என்ன?

15. ஒரு வேதிவினையின் தன்னிச்சை செயல்முறைக்கான காரணங்களைக் கூறு.

C. 60 சொற்களுக்கு மிகாமல் விடையளி

16. வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம்விதியின் பல்வேறு கூற்றுகளை எழுதுக.

17. தன்னிச்சை வினைகள் என்றால் என்ன? ஒரு செயல்முறையின் தன்னிச்சை நிலைக்கான காரணங்களை கூறு.

பயிற்சி கணக்குகள்

18. ஒரு வெப்ப இயந்திரம் 110°C மற்றும் 25°C வெப்பநிலைகளுக்கு இடையில் செயல்படுகிறதெனில் அதன் அதிகபட்ச சதவீத திறனைக் கணக்கிடு. [விடை **:** 22.2%]

19. 100°C-ல் உள்ள ஓர் இயந்திரத்திற்கு 453.6 k.cal வெப்பத்தை செலுத்தும்போது அதன் என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு.
[விடை **:** ΔS= 1216.1 cals K^{-1}]

20. 1 மோல் நீர்மம் 100°C வெப்பநிலையில் கொதிக்கும்போது ஆவியாதலின் வெப்பம் 540 cals\gm எனில் ஆவியாதலின் என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு.

[விடை : $\Delta S = 26.06$ cal K^{-1} mol^{-1}]

21. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$, என்ற வினையில் $\Delta H^\circ_r = 179.9$ $kJmol^{-1}$ மற்றும் $\Delta S^\circ_r = 66.09$ $JK^{-1}mol^{-1}$ ஆகும். 300K-ல் ΔG°_r-ஐ கணக்கிடு.

[விடை : $\Delta G^\circ_r = 160.07$ kJ. mol^{-1}]

22. $\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2} I_{2(g)} \rightarrow HI_{(g)}$ என்ற வினையில் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் (ΔG°)ஐ கணக்கிடு. $\Delta H^\circ = 25.95$ kJ $mole^{-1}$. $HI_{(g)}$, $H_{2(g)}$ மற்றும் $I_{2(g)}$ ஆகியவற்றின் திட்ட என்ட்ரோபிக்கள் முறையே 206.3, 130.6 மற்றும் 116.7 JK^{-1} $mole^{-1}$ஆகும். மேலும் 373 K-ல் வினை நிகழுமா என நிர்ணயிக்கவும்.

[விடை : தன்னிச்சையானது]

23. $H_2O_{(l)}$ உருவாதலின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்தைக் கணக்கிடு. $H_2O_{(l)}$ -ன் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி 285.85 kJ ஆகும். $H_{2(g)}$, $O_{2(g)}$ மற்றும் $H_2O_{(l)}$ ஆகியவற்றின் திட்ட என்ட்ரோபிகள் முறையே 130.5, 205.0 மற்றும் 70.3 $J.K^{-1}$ $mole^{-1}$ ஆகும்.

[விடை : -237.36 kJ $mole^{-1}$]

24. $\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2} H_{2(g)} \rightarrow NH_{3(g)}$ என்ற வினையில் $N_{2(g)}$, $H_{2(g)}$ மற்றும் $NH_{3(g)}$ ஆகியவற்றின் திட்ட என்ட்ரோபிகள் முறையே 191.6, 130.5 மற்றும் 192.5 JK^{-1} mol^{-1} ஆகும். வினையின் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் -16.67 kJ எனில் 298K-ல் NH_3 உருவாதலின் ΔH°_r ஐ கணக்கிடு.

[விடை : - 46.19 kJ]

25. $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_{2(g)}$ வினையானது தன்னிச்சையானதா என நிர்ணயிக்கவும். $CO_{(g)}$, $H_2O_{(g)}$ மற்றும் $CO_{2(g)}$ ஆகியவற்றின் திட்ட உருவாதல் கட்டிலா ஆற்றல்கள் முறையே - 137.27, -228.6 மற்றும் -394.38 kJ $mole^{-1}$ ஆகும்.

[விடை: $\Delta G^\circ_r = -28.51$ kJ]

26. $4NH_{3(g)} + 5O_2 \rightarrow 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(l)}$ என்ற வினையின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்தை கணக்கிட்டு வினை நிகழுமா என நிர்ணயிக்கவும். $NH_{3(g)}$, $NO_{(g)}$ மற்றும் $H_2O_{(l)}$ ஆகியவை உருவாதலின் திட்ட கட்டிலா

ஆற்றல்கள் முறையே 16.65, 86.61 மற்றும் -237.20 kJ. $mole^{-1}$ ஆகும்.
[விடை : -1010.02 kJ $mole^{-1}$]

27. $H_2O_{(l)}$ அதன் தனிமங்களிலிருந்து உருவாதலின் திட்ட என்தால்பி -285.83 kJ. $mole^{-1}$ மற்றும் 25°C-ல் அதே வினையின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம் -327 JK^{-1} ஆகும். 25°C-ல் வினை தன்னிச்சையானதா எனக் கூறு.

[விடை : $\Delta G°_r$ = -ve; தன்னிச்சையானது]

28. பென்சீனின் கொதிநிலை 1 atm-ல் 80.2°C ஆகும். அதன் கொதிநிலையில் ஆவியாதலின் என்தால்பியை கண்கிடு.

[விடை : 30.022 $kJ.mol^{-1}$]

29. $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ என்ற வினையில் 25°Cன் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம், $\Delta S°_r$ = -242.98 JK^{-1} ஆகும். $CH_{4(g)}$, $CO_{2(g)}$ மற்றும் $H_2O_{(l)}$ ஆகியவற்றின் உருவாதலின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் முறையே -50.72, -394.36 மற்றும் - 237.13 kJ mol^{-1} எனில் திட்ட என்தால்பியைக் கணக்கிடு.

[விடை : $\Delta H°_r$ = -890.31 $kJ.mol^{-1}$]

30. மீதேன் எரிதலின் திட்ட என்தால்பி மாற்றம் -890 kJ mol^{-1} மற்றும் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம் -242.98 $J.K^{-1}$ ஆகும். 25°C-ல் வினையின் $\Delta G°$-யை கணக்கிடு.

[விடை : 817.6 kJ $mole^{-1}$]

31. $C_3H_{6(g)} + \frac{9}{2}O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$ என்ற வினைக்கு 25°C-ல் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம் -339.23 JK^{-1}. $C_3H_{6(g)}$, $CO_{2(g)}$ மற்றும் $H_2O_{(l)}$ ஆகியவற்றின் உருவாதலின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் முறையே -62.78, - 394.36 மாற்றம் -237.13 $kJ.mol^{-1}$ ஆகும். வினையின் திட்ட என்தால்பி மாற்றத்தைக் கணக்கிடு.

[விடை : -2058.2 kJ $mole^{-1}$]

தொகுப்புரை

* வெப்ப இயக்கவியல் முதல்விதி செயல்முறையின் திசைநோக்கு தன்னிச்சை மற்றும் நிகழ்தகவு ஆகிய வரம்புகளைப் பெற்றுள்ளது.

* வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதி வெவ்வேறு வழிகளில் கூறப்படுகிறது. என்ட்ரோபி சார்பு 'S' ஆனது நிலைச்சார்பாக q_{rev}/T என

வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு செயல்முறையில் ΔS ஆனது நேர்க்குறி ண9அ) பூஜ்யம் (அ) எதிர்குறி மதிப்பை பெற்றிருக்கும்போது முறையே தன்னிச்சை (அ) சமநிலை (அ) தன்னிச்சையற்ற முறையில் நிகழும்.

டிரவுட்டன் விதி, $\Delta S_{vap} = \dfrac{\Delta H_{vap}}{T_b}$.

$$\Delta S^\circ_{\text{வினை}} = \Sigma S^\circ_{\text{வினைவிளை}} - \Sigma S^\circ_{\text{வினைபடு}}$$

* என்ட்ரோபி S என்பது செயல்முறையின் ஒழுங்கற்றத் தன்மையை அளவிடுதலாகும். S ஆனது செயல்முறையின் தன்னிச்சையை குறிக்கிறது.

* கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் $G = H - TS$ என்பது ஒரு நிலைச்சார்பாகும். மாறாத வெப்பநிலையில் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. ΔG மதிப்பு அமைப்பின் முக்கியப்பண்பு மற்றும் செயல்முறையின் நிகழும் சாத்திய கூறை அறிய உதவுகிறது. மாறாத வெப்பநிலையில், $\Delta G > 0$ (அ) $= 0$ (அ) < 0 ஆக உள்ளபோது செயல்முறையானது தன்னிச்சையற்ற (அ) சமநிலை (அ) தன்னிச்சையான முறையில் செயல்படும்.

மேற்கோள் நூல்கள்

1) Thermodynamics for Chemists by S.Glasstone, TMH Publishing.

2) Physical Chemistry by P.W.Atkins Oxford University Press.

10. வேதிச்சமநிலை - II

கற்றலின் கோட்பாடுகள்

- *வாயு நிலைமையில் உள்ள வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்களைக் கொண்ட சமநிலை வினைகளுக்கான நிறைதாக்க விதியின் பயன்பாடுகளை கற்றல்.*

- K_p *மற்றும்* K_c*-ஐ* $K_p = K_c (RT)^{\Delta n_g}$ *என தொடர்புபடுத்தி,* $\Delta n_g = 0$, *நேர்குறி மற்றும் எதிர்குறி ஆகியவற்றிற்கான சமநிலையைக் கற்றல்.*

- *லீ-சாட்லியரின் கொள்கையை படித்தல்.*

- *ஹேபர் செயல்முறை, கான்டாக்ட் செயல்முறை மற்றும் பர்க்லாண்ட்-ஹைடு செயல்முறைகளுக்கான லி-சாட்லியரின் கொள்கையை பயன்படுத்துவதைக் கற்றல்.*

10.1 வேதிவினைகள் சமநிலை அடைவது பற்றி அறிதல்

சமநிலையில் உள்ள ஒரு வேதிவினையில் இரண்டு எதிரெதிர் வினைகள் நிகழ்கின்றன. அவற்றில் ஒரு வினையில் வினைவிளை பொருள்கள் உருவாவது முன்னோக்கு வினை என்றும், மற்றொன்றில் வினைவிளை பொருள்கள் வினைபட்டு வினைபடு பொருள்களைத் தருவது பின்னோக்கு வினை என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. வேதிச்சமநிலையானது ஒரு இயங்குச்சமநிலை எனப்படும். சமநிலையில் வினைபடு மற்றும் வினைவிளை மூலக்கூறுகள் ஆகிய இரண்டும் வினைக்கலவையில் குறிப்பிட்ட அளவில் இருக்கின்றன. மாறாத வெப்பநிலை, மாறாத அழுத்தம் மற்றும் வினையூக்கி போன்றவற்றால் வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்களின் சமநிலை செறிவுகள் மாறுவதில்லை.

மாறாத வெப்பநிலையில் நிகழும் பொதுவான சமநிலை வினை பின்வருமாறு

$$aA + bB \underset{k_r}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} cC + dD$$

நிறைதாக்க விதிப்படி, முன்னோக்கு வினையின் வேகம்

$$R_f = k_f [A]^a [B]^b$$

மற்றும் பின்னோக்கு வினையின் வேகம்

$$R_r = k_r [C]^c [D]^d$$

k_f மற்றும் k_r ஆகியவை முறையே முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு வினைகளின் வினைவேக மாறிலிகள் ஆகும்.

சமநிலையில் $R_f = R_r$ எனில்

$$\therefore k_f [A]^a [B]^b = k_r [C]^c [D]^d$$

$$\frac{k_f}{k_r} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

$\frac{k_f}{k_r} = K_c =$ சமநிலை மாறிலியாகும்.

$$\therefore K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

K_c சமன்பாடானது சமநிலைவிதி சமன்பாடு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. சமநிலை மாறிலி, K_c யானது வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்களின் மோலார் செறிவுகளின் வாயிலாக உணர்த்தப்படுகிறது. வினைபடு பொருளோ அல்லது வினைவிளை பொருளோ அல்லது இரண்டுமோ வாயுநிலைமையில் இருக்கும்போது மோலார் செறிவிற்கு பதிலாக பகுதி அழுத்தம் பயன்படுத்துவது எளிதாகிறது. எனவே K_c க்கான சமநிலை விதி சமன்பாடானது K_p எனப்படுகிறது. K_p என்பது பகுதியழுத்தத்தின் வாயிலாக சமநிலை மாறிலியாகும்.

10.1.1 K_p மற்றும் K_c-க்கு இடையேயான தொடர்பு

வாயுநிலைமையில் உள்ள வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்களைக்கொண்ட பொதுவான வேதிச்சமநிலை வினையைக் கருதுவோம்.

$$aA + bB + cC + ... \rightleftharpoons lL + mM + nN + ...$$

$$K_p = \frac{p_L^l p_M^m p_N^n .....}{p_A^a p_B^b p_C^e ......}$$

p என்பது வாயுக்களின் பகுதி அழுத்தமாகும். வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்களின் மோலார் செறிவின் வாயிலாக சமநிலை மாறிலி

$$K_c = \frac{[L]^l [M]^M [N]^n ....}{[A]^a [B]^b [C]^c ......}$$

கலவையில் உள்ள எந்தவொரு வாயுக்கூறு 'i' க்கு அதன் பகுதி அழுத்தம் 'p_i' க்கும் மோலார் செறிவு 'C_i' க்கும் உள்ள தொடர்பு

$$C_i = \frac{p_i}{RT} \quad \text{மேலும்,}\ p_i = \frac{n_i}{V} RT$$

அதாவது $\frac{n_i}{V} = C_i$ = ஒரு லிட்டரில் உள்ள கூறு i-ன் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை, V = கன அளவு லிட்டரில் ஆகும்.

செறிவுகளை பகுதியழுத்தத்தின் வாயிலாக பொருத்தும்போது,

$$K_c = \frac{(p_L/RT)^l (p_M/RT)^m (p_N/RT)^n \ldots}{(p_A/RT)^a (p_B/RT)^b (p_C/RT)^c \ldots}$$

$$= \frac{p_L^l p_M^m p_N^n \ldots..}{p_A^a p_B^b p_C^e \ldots...} \left(\frac{1}{RT}\right)^{(l+m+n+....)-(a+b+c+...)}$$

$$= \frac{K_p}{(RT)^{\Delta ng}} \qquad \therefore K_p = K_c (RT)^{\Delta n_g}$$

அதாவது Δn_g = சமன்பாடு அடிப்படையிலான வினைவிளை பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை - சமன்பாடு அடிப்படையிலான வினைபடு பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை.

Δn_g-ன் குறியைப் பொருத்து K_p மற்றும் K_c ஆகியவை மூன்று வகைகளில் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

வகை **(i)**

$\Delta n_g = 0$, ஆக இருக்கும்போது, வாயு நிலைமையிலுள்ள மொத்த வினைவிளை பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கையானது வாயு நிலைமையிலுள்ள மொத்த வினைபடு பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும்.

உதாரணமாக, HI உருவாதலின் சமநிலையில்,

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

$$\Delta n_g = 2-(1+1) = 2-2 = 0$$

$$\therefore K_p = K_c (RT)^O$$

$$K_p = K_c$$

வகை **(ii)**

Δn_g = +ve (நேர்க்குறி)ஆக இருக்கும்போது, வாயு நிலைமையில் உள்ள மொத்த வினைவிளை பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கையானது வாயு நிலைமையிலுள்ள மொத்த வினைபடு பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கையைவிட அதிகமாக இருக்கும்.

சான்றாக,

$$2H_2O_{(g)} + 2Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 4HCl_{(g)} + O_{2(g)}$$

$$\Delta n_g = (4+1) - (2+2)$$

$$= 5 - 4 = 1$$

$$\therefore K_p = K_c (RT)^1$$

$$K_p = K_c RT$$

$$K_p > K_c$$

வகை (iii)

Δn_g = -ve (எதிர்க்குறி) ஆக இருக்கும்போது வாயுநிலைமையிலுள்ள மொத்த வினைவிளை பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கையானது வாயு நிலைமையிலுள்ள மொத்த வினைபடுபொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கையைவிட குறைவாக இருக்கும்.

சான்றாக, அம்மோனியா உருவாதலின் சமநிலையை கருதும்போது,

$$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

$$\Delta n_g = 2 - (3+1)$$

$$= 2 - 4 = -2$$

$$\therefore K_p = K_c (RT)^{-2}$$

$$K_p = \frac{K_c}{(RT)^2}$$

$$K_p < K_c$$

10.1.2 உருவாதல் சமநிலை மாறிலியின் மீதான பிரிகை மாறிலியின் தாக்கம்

ஓர் உருவாதல் சமநிலை வினையில், வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்கள் முறையே இடப்புறம் மற்றும் வலப்புறமாக சமநிலை குறியின் இருபுறமும் எழுதப்படுகிறது. அதே வினைக்கான பிரிகைச் சமநிலையில் வினைபடு பொருள்களானது வினைவிளை பொருள் இடத்திலும், வினைவிளை பொருள்களானது வினைபடு பொருள் இடத்திலும் முறையே சமநிலை குறியின் இடது மற்றும் வலது புறங்களில் எழுதப்படுகிறது.

இந்த வகையில் பிரிகை சமநிலை வினையின் சமநிலை மாறிலியானது பிரிகை மாறிலி என அழைக்கப்படுகிறது. பிரிகை மாறிலியானது உருவாதல் சமநிலை மாறிலியின் தலைகீழ் மதிப்பாகும். சான்றாக, SO_2 மற்றும் O_2 வாயுக்களிலிருந்து SO_3 உருவாதலின் சமநிலை வினையை கருதுவோம்.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$

சமநிலை மாறிலி K_c ஆனது பின்வருமாறு

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} \ dm^3/mole$$

SO_3 பிரிகைச் சமநிலை வினையில் வினைபடு பொருள்கள் வினைவிளை பொருளாகவும், வினைவிளை பொருள்கள் வினைபடு பொருளாகவும் செயல்படுகின்றன.

$$2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

பிரிகை சமநிலையின் சமநிலை மாறிலிK_c' பின்வருமாறு

$$K_c' = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{1}{K_c} \ mole/dm^3$$

K_c' யானது SO_3 வாயுவின் பிரிகை மாறிலியாகும். பிரிகை சமநிலையின் சமநிலை மாறிலியானது உருவாதல் சமநிலை வினையின் சமநிலை மாறிலியின் தலைகீழியாகும்.

10.1.3 ஒருப்படித்தான சமநிலைக்கு வேதிசமநிலை விதியின் பயன்பாடுகள்

HI உருவாதலின் சமநிலை

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

இந்தச் சமநிலை வினையில் வினைவிளை பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கையானது வினைபடு பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாகும் ($\Delta_{ng} = 0$). H_2 மற்றும் I_2 வாயுக்களின் மோல்கள் முறையே ‘a’ மற்றும் ‘b’ மோல்கள் ‘V’ லிட்டரில் வினைகலனில் உள்ளது என கருதுவோம். சமநிலையில் x மோல்கள் H_2 மற்றும் I_2 வினைப்பட்டு 2x மேல்கள் HI உருவாகிறது. வினைகலவையில் H_2, I_2 மற்றும் HI ஆகியவற்றின் சமநிலைச் செறிவுகள் முறையே

(a-x)/V, (b-x)/V மற்றும் 2x/V ஆகும். $\Delta n_g = 0$ எனில் Kc = Kp ஆகும்.

$$K_c = \frac{[HI]_e^2}{[H_2]_e[I_2]_e}$$

$$= \frac{(2x/V)^2}{\frac{(a-x)}{V} \times \frac{(b-x)}{V}} \qquad = \frac{4x^2}{V^2} \times \frac{V^2}{(a-x)(b-x)}$$

$$= \frac{4x^2}{(a-x)(b-x)} = K_p$$

x ஆனது வினை நிகழும் எல்லை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

கணக்கு

ஒரு வினையில் 8.07 மோல்கள் H_2 மற்றும் 9.08 மோல்கள் I_2 வினைபட்டு 448°C -ல் 13.38 மோல்கள் HI ஐ சமநிலையில் உருவாகிறது. K_c ஐ கணக்கிடு.

சமநிலை வினை

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

$$K_c = \frac{(2x)^2}{(a-x)(b-x)}$$

a = 8.07 மோல்கள் b = 9.08 மோல்கள்

$\therefore$ x = 6.69 மோல்கள் 2x = 13.38 மோல்கள்

$$K_c = \frac{(13.38)^2}{(8.07-6.69)(9.08-6.69)}$$

$$= 54.29.$$

சமநிலை மாறிலி K_c -ன் மதிப்பானது வினை நிகழும் எல்லை மற்றும் திசை ஆகியவற்றை நிர்ணயிக்கிறது. மாறாத வெப்பநிலை, அழுத்தம், வினைபடு அல்லது வினைவிளை பொருள்களின் தொடக்கச் செறிவு ஆகிய நிலையில் அதிகபட்ச வினைவிளை பொருளை சமநிலையில் பெறுவதை K_c நிர்ணயிக்கிறது.

ஒரு சமநிலை வினை எத்திசையில் நிகழ்கிறது என்பதை கண்டறிய வெவ்வேறு தொடக்க செறிவுகளைக் கொண்ட வினைபடு மற்றும்

வினைவிளை பொருள்கள் மூலம் வினைக் குணகத்தை (Q) கொண்டு கண்டறியப்படுகிறது. வினைக் குணகம் 'Q' என்பது சமநிலையற்ற நிலையில் வினைபடு பொருள்களின் செறிவிற்கும், வினைவிளை பொருள்களின் செறிவிற்கும் இடையேயான விகிதம் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது. சான்றாக, இந்த சமநிலையில்

$$aA + bB \rightleftharpoons lL + mM$$

[A], [B], [L] மற்றும் [M] ஆகியவை சமநிலை அடைவதற்கு முன் உள்ள செறிவுகளாகும். இந்த செறிவுகள் சமநிலையற்ற செறிவுகள் எனப்படும். இந்நிலையில் வினை குணகம் 'Q' பின்வருமாறு

$$Q = \frac{[L]^l[M]^m}{[A]^a[B]^b}$$

K_c என்பது ஒரு சமநிலை வினையின் மோலார் செறிவுகளின் வாயிலாக பெற்ற சமநிலை மாறிலி எனில், K_c மற்றும் Q ஆகியவற்றை ஒப்பிடலாம்.

Q -ன் மதிப்பானது K_c -ய விட அதிகமாக இருக்கும்போது, $(Q>K_c)$ வினையானது Q - மதிப்பை குறைவதை நோக்கி நிகழ்கிறது. எனவே, வினைவிளை பொருள்களிலிருந்து அதிகஅளவு வினைபடு பொருள்கள் உருவாகின்றன. அதாவது பின்னோக்கு வினை நிகழ்வது சாத்தியமாகிறது. Q-ன் மதிப்பானது K_c -யை விட குறைவாக இருக்கும்போது, $(Q<K_c)$ வினையானது வினைவிளை பொருள்களின் செறிவு அதிகரிப்பதை நோக்கி நிகழ்கிறது. அதாவது, முன்னோக்கு வினை நிகழ்வது சாத்தியமாகிறது. Q மற்றும் K_c ஆகியவை ஒரே வெப்பம் மற்றும் அழுத்தம் உள்ள நிலையில் மேற்சொன்ன கூற்று சாத்தியமாகிறது.

கணக்கு

மாறாத கன அளவில் உள்ள வினைகலனில் தொடக்கத்தில் 0.1 மோல் H_2, 0.1 மோல் I_2 மற்றும் 0.02 மோல் HI வாயுக்களும் 300K வெப்பநிலையில் கலக்கப்படுகின்றன. $K_c = 3.5 \times 10^{-2}$ எனில் வினை எந்த திசையில் நிகழும் என்பதை நிர்ணயிக்கவும்.

உருவாதல் சமநிலை பின்வருமாறு

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

$$K_c = \frac{[HI]_e^2}{[H_2]_e[I_2]_e} = 3.5 \times 10^{-2} \text{ at } 300\text{ K}$$

சமநிலையற்ற நிலையில்

$$Q = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \qquad = \frac{(2\times10^{-2})^2}{0.1\times0.1} = 4\times10^{-2}$$

எனவே, $Q>K_c$.

ஆகவே, தொடக்கத்தில் வினையானது சமநிலை அடைவதற்கு முன்னர் Q மதிப்பானது குறையும் திசையை நோக்கி நடைபெறுகிறது. அதாவது H_2 மற்றும் I_2 -ன் செறிவுகளை உயர்த்த வேண்டும். இது பின்னோக்கு வினையாகும்.

வினையானது HI உருவாதலின் சமநிலையின் இடது பக்கத்தை நோக்கி நடைபெறுகிறது. $Q = K_c$ ஆகும் வரை H_2 மற்றும் I_2 ஆக HI சிதைவடைகிறது.

PCl_5 சிதைவடையும் சமநிலை

வாயு நிலைமையில் PCl_5 சிதைவடைவதன் சமநிலை பின்வருமாறு

$$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

'a' மோல்கள் PCl_5 வாயு 'V' லிட்டரில் தொடக்கத்தில் இருப்பதாக கொள்வோம். சமநிலையில் x மோல்கள் PCl_5 சிதைவடைந்து PCl_3 மற்றும் Cl_2 வாயுக்களை தருகிறது. சமநிலையில் PCl_5, PCl_3 மற்றும் Cl_2 வாயுக்களின் மோலார் செறிவுகள் முறையே $\frac{a-x}{V}$, $\frac{x}{V}$ மற்றும் $\frac{x}{V}$ ஆகும்.

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$= \frac{x/V \times x/V}{(a-x)/V} = \frac{x^2}{V^2}\times\frac{V}{(a-x)}$$

$$K_c = \frac{x^2}{(a-x)V}$$

x என்பது பிரிகை வீதம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. வினைபடு பொருட்களின் ஒரு பகுதி பின்னம் சிதைவடைவதே பிரிகை வீதம் எனப்படுகிறது.

$$x = \frac{\text{சிதைவடைந்த மோல்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{தொடக்கத்தில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கை}}$$

தொடக்கத்தில் 1 மோல் PCl_5 இருப்பதாக எடுத்துக் கொண்டால்

$$K_c = \frac{x^2}{(1-x)V} = \frac{x^2P}{(1-x)RT}$$

p_{pCl_5}, p_{pCl_3} மற்றும் p_{Cl_2} ஆகியவை பகுதி அழுத்தங்கள் எனில், அவற்றின் வாயிலாக,

$$K_p = \frac{p_{PCl_3} \cdot p_{Cl_2}}{p_{PCl_5}} \text{atm}$$

மற்றும் $$K_p = \frac{x^2 P}{(1-x^2)} \text{atm}$$

ஒன்றுடன் ஒப்பிடும்போது பிரிகை வீதம் (x) மிகச்சிறியது எனில் (1-x) தோராயமாக 1.0 க்கு சமமாகும்.

$$\therefore K_c = \frac{x^2}{V} \quad \text{அல்லது} \quad x^2 = K_c \times V$$

$$x \;\alpha\; \sqrt{V} \quad \text{ஆனால்} \quad V \;\alpha\; \frac{1}{P} \quad \text{எனில்}$$

$$x \;\alpha\; \sqrt{\frac{1}{P}}$$

x குறைவாக இருக்கும்போது, பிரிகை வீதமானது அழுத்தத்தின் தலைகீழ் வர்க்கமூத்தை பொருத்து மாறும் அல்லது கனஅளவின் வர்க்கமூலத்தை பொருத்து மாறும்.

கணக்கு

1 atm மற்றும் 25°C-ல் PCl_5-ன் பிரிகை வீதம் 0.2 ஆகும். 25°C-ல் PCl_5 ஆனது பாதியாக சிதைவடையும்போது அழுத்தத்தைக் கணக்கிடு.

PCl_5 சிதைவடையும் சமநிலை பின்வருமாறு

$$K_p = \frac{x^2P}{1-x^2} \qquad P = \text{மொத்த அழுத்தம்} = 1\ \text{atm}$$

$$x = 0.2$$

$$K_p = \frac{(0.2)^2(1.0)}{1-(0.2)^2} = \frac{0.04}{1\text{-}0.04} = \frac{0.04}{0.96} = 0.042\ \text{atm}$$

$x = 0.5$ உள்ள போது $P = ?$

$$P = \frac{K_p(1-x^2)}{x^2} = \frac{0.042(1-(0.5)^2)}{(0.5)^2} = \frac{0.042(1-0.25)}{0.25}$$

$$= \frac{0.042(0.75)}{0.25} = 0.126\ \text{atm}$$

10.2 லீசாட்லியரின் கொள்கை

சமநிலையின் தன்மையை மூன்று முக்கியமான காரணிகள் மாற்றுகின்றன. அவை, செறிவு, வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தம் ஆகும். வினையூக்கியை சேர்ப்பதனால் சமநிலையில் எத்தகைய விளைவும் ஏற்படுவதில்லை. வினையூக்கியானது சமநிலை அடைவதற்கான நேரத்தை விரைவுபடுத்துகிறது.

லீசாட்லியரின் கொள்கை

இக்கொள்கையின்படி, ‘‘சமநிலையில் உள்ள ஓர் அமைப்பின் மீது பாதிப்பை எற்படுத்தினால் சமநிலையானது அந்த பாதிப்பினால் ஏற்படும் விளைவை சமன் செய்யும் திசையை நோக்கி நகரும்.’’ சமநிலையில் நிகழும் வினைகளின் மீதான வெப்பம், செறிவு மற்றும் அழுத்தம் ஆகியவற்றின் விளைவுகளையும் மற்றும் அவற்றின் மீதான லீசாட்லியர் கொள்கையின் தாக்கத்தையும் பார்ப்போம்.

செறிவு மாறுபடுவதால் ஏற்படும் விளைவு

கீழ்கண்ட சமநிலை வினையை கருதுவோம்.

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$$

சமநிலையில், வினைக்கலவையில் வினைபடும் மற்றும் வினைவிளை மூலக்கூறுகள் உள்ளன. அதாவது, N_2, O_2 மற்றும் NO மூலக்கூறுகள் உள்ளன.

வினைபடு மற்றும் வினைவிளை மூலக்கூறுகளின் செறிவுகள் மாறிலியாகவும், சமநிலைக்கான விதிகள் சீராக உள்ளபோது மாறாமலும் உள்ளன. அமைப்பின் வினைக்கலவையில் NO-வை சேர்த்து மாற்றத்தை உண்டு பண்ணும்போது வினைவிளை பொருளின் செறிவு அதிகரிக்கிறது. அமைப்பானது சமநிலைச் செறிவுகளாக வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்களை பெற்றிருப்பதால், சேர்க்கப்படும் NO வினைபட்டு பின்னோக்கு திசையில் வினைபடு பொருள்களைத் தருகின்றது. இதனால் N_2 மற்றும் O_2-ன் செறிவு அதிகரிக்கின்றது. இதேபோல், சமநிலை அமைப்பில் N_2 மற்றும் O_2-னை வினைக்கலவையில் சேர்க்கும்போது, சேர்க்கப்படும் N_2 மற்றும் O_2 வினைப்பட்டு முன்னோக்கு திசையில் வினைவிளை பொருளைத் தருகின்றன. எனவே, வினைக்கலவையில் NO-ன் செறிவு அதிகரிக்கின்றது.

பொதுவாக, ஒரு வேதிச்சமநிலையில் வினைபடு பொருள்களின் செறிவை அதிகரிக்கும்போது சமநிலையானது வினைவிளை பொருள்கள் உருவாகும் திசையை நோக்கி நகர்கிறது. வினைவிளை பொருள்களின் செறிவை அதிகரிக்கும்போது சமநிலையானது வினைபடு பொருள்கள் உருவாகும் திசையை நோக்கி நகர்கிறது.

வெப்பநிலை மாறுபடுவதால் ஏற்படும் விளைவு

வேதிச்சமநிலையில் இரண்டு எதிரெதிர் வினைகள் நடைபெறுகின்றன. ஒன்று வினைவிளை பொருள்கள் உருவாகும் திசையிலும் மற்றொன்று வினைபடு பொருள்கள் உருவாகும் திசையிலும் நடைபெறுகின்றன. ஒரு வேதிச்சமநிலையில் முன்னோக்கு வினை வெப்பம் கொள் வினையாக இருக்கும்போது, பின்னோக்கு வினை வெப்ப உமிழ் வினையாக இருக்கும்.

பின்வரும் வினையை சான்றாகக் கருதுவோம்.

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}; \quad \Delta H = +59.0\ kJ/mole$$

இந்தச் சமநிலையில், வினைவிளை பொருள் (NO_2) உருவாகும் வினை வெப்ப கொள்வினையாகவும், வினைபடு பொருள் (N_2O_4) உருவாகும் வினை வெப்ப உமிழ் வினையாகவும் அமைந்துள்ளது. மேற்கண்ட சமநிலை வினைக்கலவையை வெப்பப்படுத்தும்போது, அதன் வெப்பநிலை உயருகிறது. லீசாட்லியரின் கொள்கைப்படி, சமநிலையானது வெப்பநிலையின் விளைவை குறைக்கும் திசையை நோக்கி நகருகிறது. எனவே, சமநிலையானது NO_2 உருவாதலின் திசையை நோக்கி நகருகிறது. எனவே, N_2O_4 சிதைவடைதல் அதிகரிக்கிறது. பொதுவாக ஒரு வேதிச்சமநிலையில் வெப்பநிலையை உயர்த்தும்போது, முன்னோக்கு மற்றும்

பின்னோக்கு வினைகளில், அதிக வெப்ப கொள்வினை சாத்தியமாகிறது. இதேபோல், சமநிலையின் வெப்பநிலையை குறைக்கும்போது, அதாவது குளிர்விக்கும்போது, முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு வினைகளில், அதிக வெப்ப உமிழ் வினையானது சாத்தியமாகிறது.

அழுத்தம் மாறுபடுவதால் ஏற்படும் விளைவு

சமநிலையில் உள்ள ஓர் அமைப்பில் உள்ள வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்கள் சமநிலையில் இருக்கும்போது, அமைப்பின் மொத்த அழுத்தத்தை மாற்றுவதன் மூலம் அதில் உள்ள அனைத்து கூறுகளின் செறிவுகளை மாற்ற இயலும். வாயுநிலைமையிலுள்ள பின்வரும் சமநிலையைக் கருதுவோம்,

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

சமநிலை அமைப்பின் மொத்த அழுத்தத்தை அதிகரிக்கும்போது அதற்கு ஈடான கனஅளவு குறைகிறது. லீசாட்லியரின் கொள்கையின்படி, இம்மாற்றமானது சமநிலையை வினைபடுபொருள்களின் மோல்கள் குறையும் திசையை நோக்கி நகர்த்துவதால் சரிசெய்யப்படுகிறது. எனவே, NO_2 மூலக்கூறுகள் இணைந்து N_2O_4 உருவாகும் வினையில், உருவாதல் வினை சாத்தியமாகிறது.

வாயு நிலைமையிலுள்ள சமநிலையில் வினைவிளை பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை குறையும் வினையில் அழுத்தத்தின் விளைவு பின்வருமாறு.

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

அழுத்தத்தை உயர்த்தும்போது, அதற்கு ஈடான கனஅளவு குறைகிறது. எனவே, சமநிலையானது மொத்த மோல்கள் குறையும் திசையை நோக்கி நகருகிறது. அதாவது NH_3 உருவாகும் வினை சாத்தியமாகிறது. இங்கு நான்கு மோல்கள் வினைபடு பொருள்களிலிருந்து இரண்டு மோல்கள் NH_3உருவாகிறது. எனவே அதிக அழுத்தத்தில், அம்மோனியா அதிகபட்ச அளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

ஹேபர் முறை

அம்மோனியா நைட்ரஜன் உரம் தயாரிப்பதற்கு மூலமாகவும், நைட்ரிக் அமிலத்தயாரிப்பிலும், நைட்ரஜன் உள்ள மருத்துவப் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும் பெரிதும் பயன்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளில்

அம்மோனியாவானது ஹேபர் முறையில் வாயுநிலைமையிலுள்ள காற்றிலுள்ள தனிமமான நைட்ரஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. அம்மோனியா உருவாதல் வினையானது ஒரு சமநிலை வினையாகும்.

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{}{\overset{Fe}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)} \qquad \Delta H^0_f = -22.0 \text{ kcal/mole}$$

முன்னோக்கு வினையானது வினைபடு பொருள்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை குறைவதைக் காட்டுகிறது. லீசாட்லியர் கொள்கையின்படி, அழுத்தத்தை உயர்த்துவது அவ்வினைக்கு சாத்தியமாகவும், சமநிலையானது வினைவிளைபொருள்கள் உருவாகும் திசையை நோக்கியும் அமைந்துள்ளது. எனவே, 3:1 மோல் பின்னமான $H_2:N_2$ வாயு கலவையின் வினைக்கலனில் அதிகபட்ச அம்மோனியாவைப்பெற 300-500 atm அழுத்தத்தை செலுத்த வேண்டும். அம்மோனியா உருவாதல் வினையானது வெப்ப உமிழ் வினையாகும். லீ சாட்லியர் கொள்கையின்படி, வெப்பநிலையை உயர்த்துவது அம்மோனியா சிதைவடைதல் வினையை ஊக்குவிக்கிறது. ஆனால், குறைந்த வெப்பநிலையில் சமநிலை அடைவதற்கான நேரம் அதிகமாக உள்ளது. எனவே, ஒரு சமன் செய்யப்பட்ட வெப்பநிலை எல்லை 500°C-550°C-ல் வினை நிகழ்த்தப்படுகிறது. வினையூக்கியாக இரும்பு சமநிலை அடைவதற்கான வேகத்தை அதிகரிக்க பயன்படுத்தப்படுகிறது. சமநிலையை பாதுகாக்க, நீராவியை செலுத்தி அம்மோனியா உருவானவுடன் உடனடியாக வெளியே நீக்கப்படுகிறது. இதனால் சமநிலையானது வினைவிளைபொருள் பக்கம் மாறிவிடுகிறது அதிகபட்சமாக 37% அம்மோனியா இம்முறையில் உருவாகிறது.

தொடு முறை **(Contact Process)**

இந்த சமநிலை வினையில் காற்றில் உள்ள வாயுநிலைமை ஆக்சிஜனால் SO_2 ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து அதிக அளவில் SO_3 வாயு உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \overset{V_2O_5}{\rightleftharpoons} 2SO_{3(g)} \qquad \Delta H^0_f = -47 \text{ kcal/mole}$$

SO_3 உருவாகும் வினையில் வினைபடு பொருள்களின் மொத்த மோல்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. லீசாட்லியரின் கொள்கைப்படி, அழுத்தத்தை அதிகரிக்கும்போது முன்னோக்கு வினை நிகழ்வது

சாத்தியமாகிறது. வினைக்கலனில் தூய SO_2 மற்றும் O_2 வாயுக்கள் 2:1 மோலார் விகிதத்தில் 700 atm - 1200 atm அழுத்தத்தில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. SO_3 உருவாவது வெப்ப உமிழ் வினையாகும். எனவே, வெப்பநிலை உயர்த்தும்போது SO_3 சிதைவடைதல் சாத்தியமாகிறது. மேலும், வெப்பநிலையை குறைக்கும்போது சமநிலை அடைவதற்கான நேரம் அதிகமாகிறது. எனவே, சமநிலையில் 400°C முதல் 450°C வரை வெப்பநிலை பாதுகாக்கப்படுகிறது.

SO_3 உருவாதலின் வினையில் வெனேடியம் பென்டாக்சைடு (V_2O_5) வினையூக்கியாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஈரப்பதம் இருப்பது வினையூக்கியின் செயல்திறனை குறைக்கிறது. எனவே, உலர்ந்த தூய SO_2 மற்றும் O_2 வாயுக்கள் வினையூக்கியின் மீது செலுத்தப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. SO_2 ஆக்சிஜனேற்றம் குறைந்த வேகத்தில் நடப்பதால், V_2O_5 வினையூக்கி சமநிலை அடைவதை துரிதப்படுத்தி குறைந்த நேரத்தில் அதிகபட்ச அளவு SO_3 உற்பத்தி செய்ய உதவுகிறது. SO_3 ஆனது H_2SO_4 -ன் நீரிலி ஆகும். எனவே இம்முறையில் SO_3 ஆனது நீராவியுடன் சேர்ந்து ஓலியம் மற்றும் H_2SO_4 தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் 97% SO_3 கிடைக்கிறது.

தன் மதிப்பீடு

A. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுக்கவும்

1. வேதிச் சமநிலையின் தன்மை

   a) இயங்குச் சமநிலை b)நிலையானது c) ஒன்றுமில்லை d) இரண்டும்

2. பின்வரும் வினைகளின் சமநிலை மாறிலிகள் $2A \rightleftharpoons B$-க்கு K_1-ம் $B \rightleftharpoons 2A$-க்கு K_2-ம் ஆகும் எனில்

   a) $K_1 = 2K_2$ b) $K_1 = 1/K_2$ c) $K_2 = (K_1)^2$ d) $K_1 = 1/K_2^2$

3. $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$, என்ற சமநிலை வினையில் K_p ஆனது

   a) K_c-ஐவிட அதிகம் b) K_c-ஐ விட குறைவு
   c) K_c-க்கு சமம் d) பூஜ்ஜியம்

4. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ என்ற சமநிலையில் அதிக அளவு அம்மோனியா கிடைப்பது

   a) குறைந்த அழுத்தம் மற்றும் அதிக வெப்பநிலை

b) குறைந்த அழுத்தம் மற்றும் குறைந்த வெப்பநிலை
c) அதிக வெப்பநிலை மற்றும் அதிக அழுத்தம்
d) அதிக அழுத்தம் மற்றும் குறைந்த வெப்பநிலை

5. 600 K வெப்பநிலையில் நிகழும் பின்வரும் ஒருபடித்தான வாயு சமநிலை வினையில் K_c-யின் அலகு

$$4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightleftharpoons 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

a) $(mol\,dm^{-3})^{-1}$ b) $(mol\,dm^{-3})$ c) $(mol\,dm^{-3})^{10}$ d) $(mol\,dm^{-3})^{-9}$

6. காற்று வெளியேற்றப்பட்ட 1.0 dm^3 கொள்ளவுள்ள கலத்தில் இருமோல்கள் NH_3 வாயு செலுத்தப்பட்டது. உயர் வெப்பநிலையில் NH_3 சிதைந்து சமநிலையில் ஒரு மோல் NH_3 மட்டும் எஞ்சி நின்றது. இச்சிதைவு வினையின் K_c மதிப்பு

a) $27/16\,(mole\,dm^{-3})^2$ b) $27/8\,(mole\,dm^{-3})^2$

c) $27/4\,(mole\,dm^{-3})^2$ c) இவற்றுள் ஏதுமில்லை

7. ஒரு வெப்பம்கொள் சமநிலை வினையில் T_1 மற்றம் T_2 வெப்பநிலைகளில் சமநிலை மாறிலிகள் K_1 மற்றும் K_2 எனில் வெப்பநிலை T_2 ஆனது T_1 வை விட அதிகமாக இருக்கும்போது $(T_2 > T_1)$

a) $K_1 < K_2$ b) $K_1 > K_2$ c) $K_1 = K_2$ d) ஏதும் இல்லை

[விடை: 1-a; 2-b; 3-c; 4-c and 5-a]

B. ஓரிரு வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்

8. Cl_2-ன் முன்னிலையில் PCl_5 சிதைவடைதல் குறைவது ஏன்?

9. பின்வரும் சமநிலை வினைகளுக்கு சமநிலை மாறிலிகளுக்கான சமன்பாடுகளை எழுது.

i) $H_2O_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + ½O_{2(g)}$

ii) $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$

iii) $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2\,NO_{2(g)}$

10. லீ சாட்லியர் கொள்கையைக் கூறுக.

11. சமநிலை மாறிலி என்றால் என்ன?

12. சமநிலை வினைகள் "இயங்குச் சமநிலைகள்" என்று அழைக்கப்படுவது ஏன்?

13. $\Delta n_g = 0$, Δn_g = -ve மற்றும் Δn_g = +ve ஆக இருக்கும்போது ஒரு வாயு வினையில் என்ன நிகழும்?

14. பின்வரும் வினைகளுக்கு Δn_g மதிப்பைக் கணக்கிடுக.

i) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

ii) $2H_2O_{(g)} + 2Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 4HCl_{(g)} + O_{(g)}$

C. 60 சொற்களுக்கு மிகாமல் விடை தருக.

15. $K_p = K_c (RT)^{\Delta n_g}$ என்ற சமன்பாட்டை பொதுவான ஒரு வேதிச் சமநிலை வினைக்கு வருவிக்கவும்.

16. லீ சாட்லியர் கொள்கையைக் கூறுக. $N_{2g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$ என்ற வினையில் அழுத்தம், செறிவு மற்றும் வெப்பநிலையின் விளைவுகளை விவரி.

17. PCl_5 சிதையும் வினைக்கு K_c மற்றும் K_p மாறிலிகளுக்கான சமன்பாடுகளை வருவிக்கவும்.

D. பயிற்சி கணக்குகள்

18. $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ என்ற வினையின் சமநிலை மாறிலி K_c=2.5 x 10^{-2} முன்னோக்கு வினையின் வினைவேக மாறிலி 0.05 sec^{-1} எனில் பின்னோக்கு வினையின் வினைவேக மாறிலியை கணக்கிடு.

[விடை : 2.0 sec^{-1}]

19. $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ வினையில் H_2, I_2 மற்றும் HI-ன் மோல்களின் எண்ணிக்கை முறையே 1,2 மற்றும் 3 மோல்கள் ஆகும். வினைக்கலவையின் மொத்த அழுத்தம் 60 atm எனில் H_2, I_2 மற்றும் HI-ன் பகுதி அழுத்தங்களைக் கணக்கிடு.

[விடை*:* 10 atm, 20 atm, 30 atm]

20. ஒரு லிட்டர் கனஅளவு கொண்ட வினைக்கலனில், $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ வினையின் சமநிலை மாறிலி 2 x 10^{-4} lit^{-1} ஆகும். PCl_5 மிகச்சிறிதளவே சிதைவடையும் போது 1மோல் PCl_5-ன் பிரிகை வீதத்தைக் கணக்கிடு.

[விடை*:* $x = 1.414 \times 10^{-2}$]

21. வெப்பநிலை T_1-ல் ஒரு வினையின் சமநிலை மாறிலி K_1 ஆகும். உயர்ந்த வெப்பநிலை T_2-வில் K_2 ஆனது 10% K_1 ஆகும். சமநிலையானது வெப்பம் கொள் அல்லது வெப்ப உமிழ் சமநிலையா என நிர்ணயிக்கவும்

[விடை: வெப்பஉமிழ்]

22. 35°C-ல் $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ வினையின் K_p மதிப்பு 0.3174, P= 0.2382 atm உள்ளபோது பிரிகை வீதத்தை கணக்கிடு. [விடை: x = 0.5768]

23. $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ வினையில் K_c ன் மதிப்பு 790°C-ல் 3.75×10^{-6} ஆகும். K_p-ன் மதிப்பை கணக்கிடு [Hint. $K_p = K_c(RT)^{\Delta ng}$]
[விடை: $K_p = 3.29 \times 10^{-4}$]

24. $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ என்ற வினையில் 700°C-ல் சமநிலை மாறிலியின் மதிப்பு 4.8×10^{-3}. சமநிலையில் SO_3 மற்றும் SO_2-ன் செறிவுகள் முறையே 0.60M மற்றும் 0.15M உள்ளபோது O_2-ன் செறிவைக் கணக்கிடு. [விடை: 0.0768M]

25. ஒரு கலனில் 458°C வெப்பநிலையில் HI செலுத்தப்படுகின்றது. குறிப்பிட்டளவு HI சிதைவடைந்து H_2 மற்றும் I_2-ஐ தருகிறது. சமநிலையில் HI ன் செறிவு 0.421M மற்றும் H_2 மற்றும் I_2 ஆகிய ஒவ்வொன்றின் செறிவும் 6.04×10^{-2}M ஆகும். அதே வெப்பநிலையில் K_c-ஐ கணக்கிடு. [விடை: $K_c = 2.06 \times 10^{-2}$]

26. HI சிதைவடைதலின் சமநிலை மாறிலி 458°C வெப்பநிலையில் 2.06×10^{-2} ஆகும். சமநிலையில் HI மற்றும் I_2-ன் செறிவுகள் முறையே 0.36M மற்றும் 0.15M ஆகும். H_2-ன் சமநிலைச் செறிவைக் கணக்கிடு.
[விடை: $[H_2] = 1.78 \times 10^{-2}$M]

27. $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ என்ற வினையின் 900 K-ல் சமநிலை மாறிலியின் மதிப்பு 0.15 எனில் $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ வினையின் சமநிலை மாறிலியின் மதிப்பை அதே வெப்பநிலையில் கணக்கிடு.
[விடை: 6.67 $mol^{-1}\,dm^3$]

28. $A + B \rightleftharpoons 3C$ என்ற வினையில் 25°C-ல் 3 லிட்டர் கலனில் 1,2 மற்றும் 4 மோல்கள் முறையே A, B மற்றும் C ஆகியவை சமநிலையில் உள்ளன. 25°C-யில் K_c-யை கணக்கிடு. [விடை: 10.66 mol dm^{-3}]

29. ஒரு லிட்டர் கன அளவு கொண்ட கலனில் 250°C-ல் 0.1 மோல் Cl_2 செறிவு கிடைக்க எவ்வளவு PCl_5-வை சேர்க்க வேண்டும்.
$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ வினையின் K_c மதிப்பு 0.0414 mol dm^{-3}
[விடை: 0.341 moles PCl_5]

30. 540K மற்றும் 1 atm-ல் PCl_5 சிதைவடைதலின் K_p =1.77 atm எனில் K_c ன் மதிப்பை கணக்கிடு. [விடை: $K_c = 4 \times 10^{-2}$ moles/litres]

தொகுப்புரை

- சமநிலை வினைகளுக்கு நிறை தாக்க விதியை பயன்படுத்தி சமநிலை மாறிலி நிர்ணயிக்கப்பட்டது.

$$aA + bB \rightleftharpoons lL + mM$$

$$K = \frac{[L]^l[M]^m}{[A]^a[B]^b} = \frac{k_f}{k_r}$$

- மோலார் செறிவு மற்றும் பகுதி அழுத்தங்கள் வாயிலாக சமநிலை மாறிலிகளுக்கு இடையேயான தொடர்பு $K_p = K_c(RT)^{\Delta n_g}$

  $\Delta n_g = 0$ எனில் $K_p = K_c$; $\Delta n_g = -ve$ எனில் $K_p < K_c$ மற்றும் $\Delta n_g = +ve$ எனில் $K_p > K_c$.

- சமநிலையற்ற வினையின் வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருள்கள் வினை குணகம் (Q) சமநிலை மாறிலி (K) உடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. பின்வருமாறு, Q<K எனில், அதிக விளைபொருள் உருவாகும். Q=K எனில் சமநிலை அடையும், Q>K எனில் அதிக வினைபடு பொருள் உருவாகிறது.

- பிரிகை வீதம் 'x' $= \dfrac{\text{சிதைவடையும் மோல்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{தொடக்கத்திலுள்ள மொத்த மோல்களின் எண்ணிக்கை}}$

- லீசாட்லியர் கொள்கையின் பயன்பாடுகள்: அழுத்தம், வெப்பநிலை மற்றும் செறிவு ஆகியவற்றினால் சமநிலையில் ஏற்படும் விளைவுகளை விளக்குக. i) சமநிலையில் மொத்த மோல்களின் எண்ணிக்கை குறைவது, அழுத்தம் அதிகரிப்பது, வினைவிளை பொருள் உருவாவது சாத்தியமாகிறது. ii) வெப்ப கொள் சமநிலையில், வெப்ப நிலை உயர்த்தும் போது விளைபொருள் உருவாவது சாத்தியமாகிறது. iii) வினைபடு பொருள்களின் செறிவை உயர்த்துவது அல்லது வினைவிளை பொருள்களின் செறிவை குறைக்கும்போது சமநிலையில் வினைவிளை பொருள்கள் உருவாவது சாத்தியமாகிறது.

மேற்கோள் நூல்கள்

1. Text book of Physical Chemistry by S. Glasstone, Mac Millan, India Limited.
2. Physical Chemistry by G.Castellan, Narosa Publishing Company.

வேதியியல் கலைச்சொல் அகராதி

(ஆங்கிலம் - தமிழ்)

Acceleration	-	முடுக்கம்
Acidity	-	அமிலத்தன்மை
Affinity	-	கவர்ச்சி
Anion	-	எதிர்மின் அயனி
Allotropy	-	புறவேற்றுமை வடிவம்
Alloy	-	உலோகக்கலவை
Anhydrous	-	நீரற்ற
Adiabatic Process	-	வெப்பமாறாச் செயல்முறை
Basicity	-	காரத்துவம்
Blast Furnace	-	ஊது உலை
Buffer Solution	-	தாங்கல் கரைசல்
Cyclic Process	-	சுற்றுச்செயல்முறை
Cation	-	நேர்மின் அயனி
Component	-	கூறு
Critical Temperature	-	நிலைமாறு வெப்பநிலை

Chemical Equilibrium	-	வேதிச்சமநிலை
Close Packed Structure	-	நெருங்கி பொதிந்த வடிவமைப்பு
Chelation	-	கொடுக்கிணைத்தல்
Degree of Dissociation	-	பிரிகை வீதம்
Distillation	-	காய்ச்சி வடித்தல்
Decomposition	-	சிதைவு
Dual Nature	-	ஈரியல்பு தன்மை
Endothermic Reaction	-	வெப்பம் கொள்வினை
Equilibrium Constant	-	சமநிலை மாறிலி
Exothermic Reaction	-	வெப்பம் உமிழ்வினை
Electrolysis	-	மின்னாற்பகுத்தல்
Frequency	-	அதிர்வெண்
Furnace	-	உலை
Fractional Distillation	-	பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல்
Free Energy	-	கட்டிலா ஆற்றல்
Gravimetric Analysis	-	எடையறி பகுப்பாய்வு
Group	-	தொகுதி
Hybridisation	-	இனக்கலப்பு

Hydrolysis	-	நீராற் பகுப்பு
Ideal Gas	-	நல்லியல்பு வாயு
Inert Electron Pair	-	மந்த எலக்ட்ரான் இணை
Internal Energy	-	உள்ளார்ந்த ஆற்றல்
Infinitesimal Change	-	நுண்ணளவு மாற்றம்
Isomerism	-	மாற்றியம்
Isothermal process	-	வெப்பநிலை மாறாச் செயல்முறை
Ligand	-	ஈனி
Metallurgy	-	உலோகவியல்
Momentum	-	உந்தம்
Molecularity	-	மூலக்கூறு எண்
Nomenclature	-	பெயரிடுதல்
Nucleus	-	உட்கரு
Non metal	-	அலோகம்
Nascent	-	பிறவி நிலை
Osmosis	-	சவ்வூடு பரவல்
Ore	-	தாது
Phase	-	நிலைமை

Precipitate	-	வீழ்படிவு
Polarised Light	-	முனைவுற்ற ஒளி
Polymer	-	பலபடி
Polydentate Ligand	-	பல்முனை ஈனி
Qualitative Analysis	-	பண்பறி பகுப்பாய்வு
Quantitative Analysis	-	அளவறி பகுப்பாய்வு
Radiation	-	கதிர்வீச்சு
Radioactivity	-	கதிரியக்கம்
Spectrum	-	நிறமாலை
Sublimation	-	பதங்கமாதல்
System	-	அமைப்பு
Spontaneous Process	-	தன்னிச்சையான செயல்முறை
Thermodynamics	-	வெப்ப இயக்கவியல்
Titration	-	தரம்பார்த்தல்
Unit Cell	-	அலகுக்கூடு
Uncertainty Principle	-	நிலையில்லா கோட்பாடு
Valency	-	இணைதிறன்
Visible Region	-	கட்புலனாகும் பகுதி